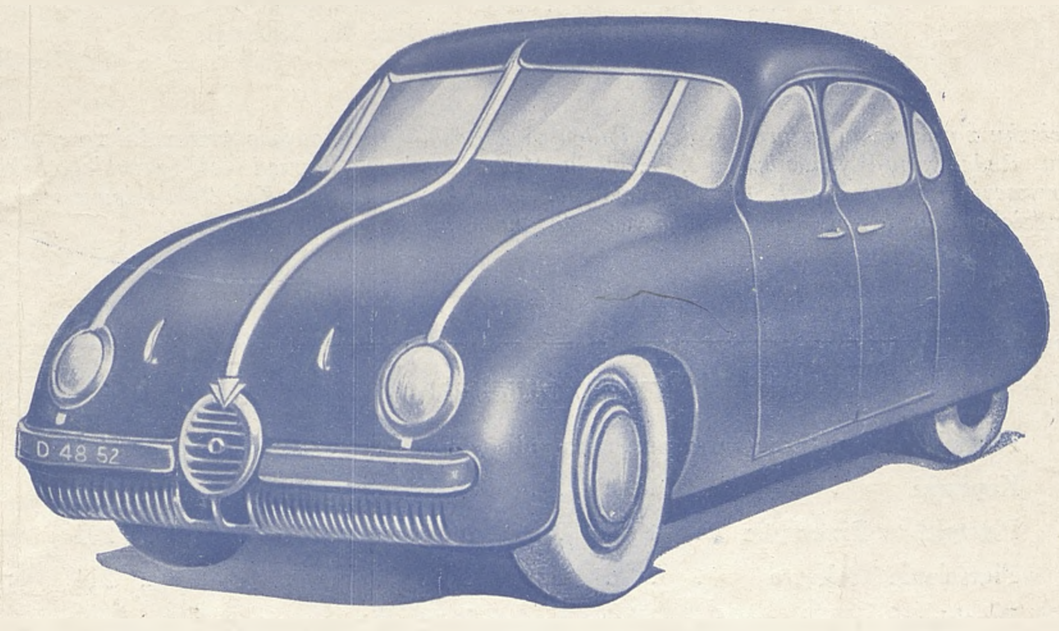
PRZEGLĄD MOTORYZACYJNY

THE POLISH MOTOR DIGEST



EDINBURGH Nr. 19 WRZESIEŃ 1946

WYDAWNICTWO SEKCJI MOTORYZACYJNEJ STOWARZYSZENIA TECHNIKÓW POLSKICH W WIELKIEJ BRYTANII

W związku z opuszczeniem przez Kolegę Tadeusza Żylińskiego stanowiska przewodniczącego Komitetu Redakcyjno-Wydawniczego „Przeglądu Motoryzacyjnego“, zarząd Koła Szkockiego Sekcji Motoryzacyjnej S.T.P. oraz Komitet Redakcyjny „Przeglądu“ składają Kol. Żylińskiemu serdeczne podziękowanie za cały trud i inicjatywę włożoną w pracę na tym stanowisku.

TREŚĆ NUMERU

Hamulce wewnętrzne ze szczękami wahliwymi . . . . Str. 193
Kopiarki . . . . „ 198
Plastyki w Przemyśle . . . . „ 204
Pierścienie Tłokowe . . . . „ 214
Przekładnia Hardmana prostoliniowego ruchu zwrotnego na ruch obrotowy . . . . „ 219
Hydrauliczno-Mechaniczna skrzynka przekładniowa „White“ . . . „ 220
Rynek Samochodowy:
Samochód „Descartes 52“ . . . . „ 222
Samochód „J. P. W.“ . . . . „ 224
Drobiazgi Techniczne
Narzędzie do formowania nitów rurkowych w blasze . . . . . „ 224

PRZEGLĄD MOTORYZACYJNY

WYDAWNICTWO SEKCJI MOTORYZACYJNEJ STOWARZYSZENIA TECHNIKÓW POLSKICH W WIELKIEJ BRYTANII

Adres Redakcji i Administracji - Charleshill, near Aberdour, Fife, Gt. Britain

Cena numeru - 2/- **Prenumerata: Roczna (za rok 1946) - sh. 15/-**
Półroczna (lipiec-grudzień 1946) - sh. 9/-

Wrzesień 1946r. Nr. 19

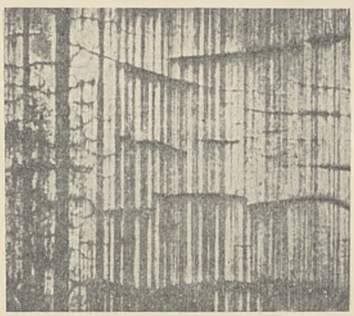
HAMULCE WEWNĘTRZNE ZE SZCZĘKAMI WAHLIWYMI

Opracował: J. Napiórkowski

Artykuł niniejszy jest całością dla siebie, lecz jednocześnie stanowi jakby dalszy ciąg artykułu „Hamulce szczękowe wewnętrzne", zamieszczonego w Przeglądzie Mot. Nr. 13-14 (z marca - kwietnia 1946 r.). Dla tego określenia i nazwy przyjęte w poprzednim artykule używane są obecnie jako znane, bez powtarzania objaśnień.

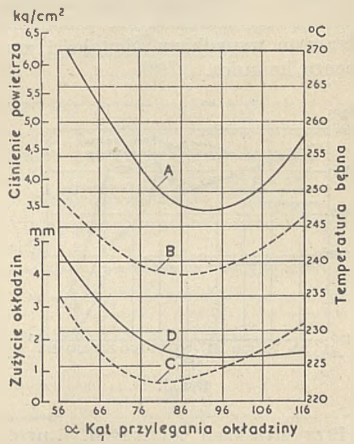
W konstrukcji hamulców dążymy do uzyskania stałości momentu hamulca, czyli do otrzymywania zawsze w danym hamulcu momentu tej samej wielkości, przy użyciu jednakowej siły rozpierającej. Ma to bardzo poważny wpływ na bezpieczeństwo ruchu drogowego, ponieważ pozwala zatrzymać, względnie zmniejszyć szybkość pojazdu na określonej odległości hamowania, znanej kierowcy. Niestałość momentu hamulca stwarza warunki, w których kierowca nie panuje nad pojazdem, ponieważ nie wie, czy z powodu zmian zaszłych w hamulcu, dany wysiłek nogi zahamuje pojazd na żądanej odległości, mimo, że poprzednio to uzyskiwał. Zupełnej stałości momentu hamulca nie uzyskuje się przy żadnym z rozwiązań, jedynie wahania wartości momentu w jednych wypadkach są nieznaczne, a w innych wykraczają poza wartości praktycznie dopuszczalne.

Stałość momentu hamulca zależna jest od stałości i wielkości współczynnika tarcia pomiędzy bębnem hamulca i okładziną cierną, jak również zależy od zmian wymiarowych hamulca. Głównym powodem tych zmian jest wzrost temperatury hamulca i stosunkowo szybkie zużywanie się okładzin ciernych.



Rys. 1. *Pęknięcia na powierzchni bębna.*

Zmiany współczynnika tarcia materiałów ciernych przy zmianie temperatury były podane w artykule „Hamulce szczękowe wewnętrzne". Należy jedynie dodać, że współczynnik tarcia pomiędzy okładziną a bębnem hamulca zmienia się również z powodu drobnych nadpęknięć powstających na powierzchni bębna. Zwiększanie



A – Ciśnienie powietrza uruchamiającego rozpierak.
B – Temperatura powierzchni trącej bębna.
C – Temperatura powierzchni zewnętrznej bębna.
D – Zużywanie się okładzin.

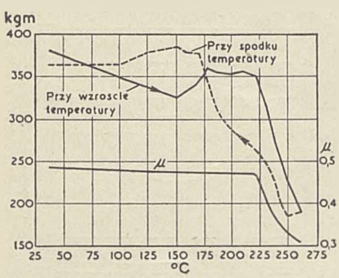
Rys. 2.

się „chropowatości" powierzchni ciernej hamulca, która początkowo jest obrobiona „gładko", następuje

pod wpływem zmian temperatury, wzrastającej w normalnych warunkach pracy hamulca do 260°C, a w wypadkach szczególnych nawet do 400°C. Takie pęknięcia wg. de Belina powstają na powierzchni materiału bębna z powodu przemian żelaza alfa w gama. (1) Dobór materiału o właściwym składzie chemicznym, oraz odpowiednia obróbka cieplna tego materiału, powodują zmniejszenie ilości i głębokości pęknięć na powierzchni bębna. Zmienność momentu hamulca obrazuje rys. 2. Wykres ten podaje wyniki doświadczeń, (2) przy których otrzymywano stały moment hamulca, zmieniając kąt przylegania okładzin, oraz siłę na rozpieraku (ciśnienie powietrza), w hamulcu z normalnymi szczękami sztywnymi.

Zmiany wymiarowe hamulca pod wpływem wzrostu temperatury i sił działających na niego, powodują przeważnie zmianę rozkładu nacisków i nieprzyleganie całej okładziny do bębna, czego wynikiem będzie zmiana momentu hamulca. Zależność wielkości momentu hamulca od temperatury, przy praktycznie stałym współczynniku tarcia, podaje rys. 3. Szczególną uwagę należy zwrócić na histerezę zmienności momentu, tj. na to, że zmiany momentu przy wzrastającej temperaturze są różne od zmian występujących przy stygnięciu hamulca. (3)

Dla zapewnienia całkowitego przylegania okładziny w hamulcach wewnętrznych ze szczękami półsztywnymi stosuje się specjalne ,,przesuwne" osadzenie szczęk, co było omówione w artykule ,,Hamulce szczękowe wewnętrzne". Rozwiązania takie zabezpieczają od zakleszczania, które jest skrajnym wypadkiem niestałości momentu hamulca.

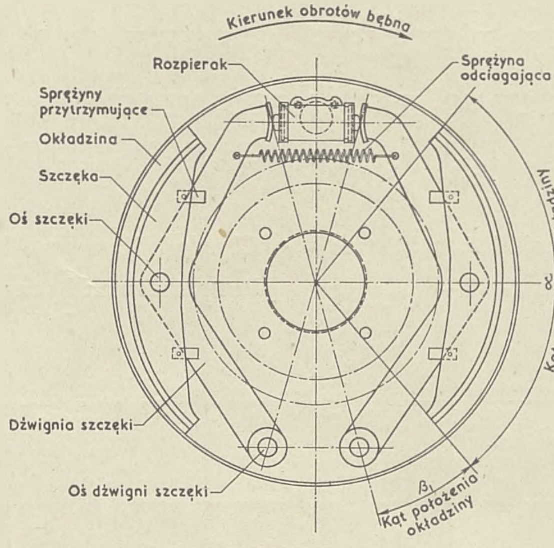


Rys. 3.

Przy szczękach sztywnych, ,,przesuwne" ich osadzenie, nie polepsza specjalnie warunków pracy, jedynie zabezpiecza od zakleszczenia, ponieważ sztywna szczęka, podparta w dwuch punktach tj. na rozpieraku i oporze nie ,,układa się" do bębna. Usunięto tę wadę przez osadzenie szczęki wahliwie w jednym punkcie. Otrzymano w ten sposób h a m u l e c z e s z c z ę k a m i w a h l i w y m i, pokazany na rys. 4.

Przy takim rozwiązaniu, szczęki łatwiej ,,dopasowują" się do odkształceń i zmian wymiarowych hamulca.

Jeżeli rozpatrzymy (rys. 5) dwa wycinki okładzin A i B, położone symetrycznie po przeciwnych stronach osi O - O_1 przyjmiemy chwilowo, że działają równe siły nacisku $N_1 = N_2$, to i odpowiednie siły tarcia będą sobie



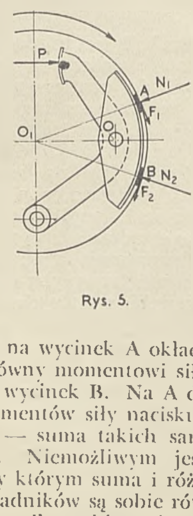
Rys. 4.

Hamulce tego typu stosowane są jedynie w bardzo ciężkich pojazdach, ponieważ jedynie wtedy ich konstrukcja jest prostsza od konstrukcji innych rodzajów hamulców szczękowych. Hamulce ze szczękami wahliwymi mają wadę nierównomiernego zużywania się okładzin ciernych, co zwłaszcza wyraźnie występuje w hamulcach wewnętrznych przy dużych kątach przylegania okładzin. Dla tego czasami okładziny są wykonywane o nierównej grubości tak, żeby zdarcie ich następowało jednocześnie na całej długości.

Początkowo stosowano szczęki wahliwe na kolei do hamulców zewnętrznych i dlatego były znane częściej jako hamulce kolejowe lub parowozowe. Nazwa ,,hamulec ze szczękami wahliwymi" będzie słuszniejsza, ponieważ oddaje ona specjalną ich cechę konstrukcyjną, a nie jakieś szczególne zastosowanie.

Szczękom wahliwym przypisywano dawniej również właściwość jednakowego rozkładu nacisków, co jest niesłuszne, jak to łatwo wykaże poniższe rozumowanie i co potwierdziły wielokrotnie doświadczenia. (4) Taki błędny pogląd zdaje się głównie powstał przez obserwację hamulców, w których poprzednio stosowano szczęki o bardzo małym kącie przylegania, przy czym różnice nacisków były stosunkowo małe.

równe, czyli $F_1 = F_2$. Rozpatrując momenty sił nacisku i tarcia względem osi O szczęki, widzimy że moment siły nacisku N_1 ma zwrot przeciwny do momentu siły N_2, a co do wielkości momentu są sobie równe. Momenty sił tarcia są zgodne co do zwrotu i wielkości. Ponieważ pod wpływem momentów sił nacisków i tarcia ustali się równowaga, więc moment sił dzia-



Rys. 5.

łających na wycinek A okładziny musi być równy momentowi sił działających na wycinek B. Na A działa różnica momentów siły nacisku i tarcia, a na B — suma takich samych momentów. Niemożliwym jest założenie, przy którym suma i różnica równych składników są sobie równe, czyli momenty sił nacisku nie mogą być

sobie równe. Ponieważ rozpatrywane wycinki okładziny są położone symetrycznie względem osi szczęki, więc przychodzimy do wniosku, że dla otrzymania nierównych momentów sił nacisku koniecznym jest, żeby nacisk N_1 nie był równy naciskowi N_2.

Ponieważ zużywanie się okładzin jest proporcjonalne do nacisku, więc pomiary zdarcia się okładzin wykazały, że naciski zmniejszają się w sposób ciągły od jednego do drugiego końca okładziny. Taki rozkład nacisków, pokazany na rys. 6, najbliżej obrazuje spirala Archimedesa.

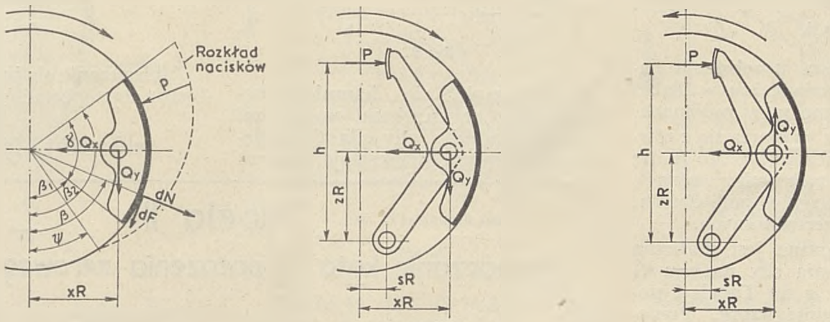
Nacisk p w dowolnym miejscu okładziny wyraża się wzorem:

$$p = c(\beta - \psi)$$

gdzie β określa położenie rozpatrywanego miejsca okładziny; c jest stałą. Kąt ψ określa położenie punktu okładziny gdzie nacisk równy byłby 0, gdyby okładzina była odpowiednio dłuż-

Tabela I.

Podstawowe wzory przy obliczaniu hamulców ze szczękami wahliwymi



Szczęka współbieżna

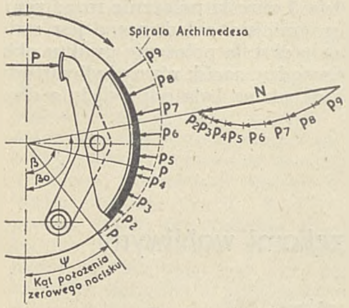
Szczęka przeciwbieżna

		Szczęki niesymetryczne	Szczęki symetryczne
Kąt położenia zerowego nacisku	ψ	$\frac{x\left[W-C\mp\mu(D+V)\right]\pm\mu\frac{\beta_2^2-\beta_1^2}{2}}{x(D\mp\mu C)\pm\mu\alpha}$	$\frac{\frac{x}{\mu}\left(\alpha\cos\frac{\alpha}{2}-2\sin\frac{\alpha}{2}\mp\mu\pi\sin\frac{\alpha}{2}\right)\pm\frac{\pi\alpha}{2}}{\pm\alpha\mp 2x\sin\frac{\alpha}{2}}$
Składowe i wypadkowa siły nacisku	N_x	$\int_{\beta_1}^{\beta_2} dN\sin\beta = cbR(D-V-\psi C)$	$cbR(\pi-2\psi)\sin\frac{\alpha}{2}$
	N_y	$\int_{\beta_1}^{\beta_2} dN\cos\beta = cbR(W-C-\psi D)$	$cbR\left(\alpha\cos\frac{\alpha}{2}-2\sin\frac{\alpha}{2}\right)$
	N	$\sqrt{N_x^2+N_y^2}$	$cbR\frac{\alpha\cos\frac{\alpha}{2}-2\sin\frac{\alpha}{2}}{\cos\beta_0}$
Składowe siły tarcia	F_x	μN_y	
	F_y	μN_x	
Składowe siły działającej na oś szczęki	Q_x	$N_x \pm F_x$	$cbR\left[(\pi-2\psi\mp 2\mu)\sin\frac{\alpha}{2}\pm\mu\alpha\cos\frac{\alpha}{2}\right]$
	Q_y	$-N_y \pm F_y$	$cbR\left[2\sin\frac{\alpha}{2}-\alpha\cos\frac{\alpha}{2}\pm\mu(\pi-2\psi)\sin\frac{\alpha}{2}\right]$
Moment rozpierający	M_o	$M_o = Ph = Q_x zR \mp Q_y(x-s)R$	
Moment hamulca	M	$\int_{\beta_1}^{\beta_2}\mu cbR^2(\beta-\psi)\,d\beta = \mu cbR^2\left(\frac{\beta_2^2-\beta_1^2}{2}-\psi\alpha\right)$	$\frac{1}{2}\mu cbR^2(\pi-2\psi)\alpha$
Maksymalny nacisk jednostkowy	p_m	Dla szczęki współbieżnej $= c(\beta_2-\psi)$	Dla szczęki przeciwbieżnej $= c(\psi-\beta_1)$
Kąt nacisku	$tg\beta_o$	$\frac{D+V-\psi C}{W-C-\psi D}$	$\frac{1}{\mu\left(\mp\frac{\alpha}{2x\sin\alpha\frac{\alpha}{2}}\pm 1\right)}$
Współczynnik promienia hamowania	y	$\frac{\frac{\beta_2^2-\beta_1^2}{2}-\psi\alpha}{\sqrt{(D+V-\psi C)^2+(W-C-\psi D)^2}}$	$\frac{\alpha}{2\sin\frac{\alpha}{2}}\sin\beta_o$

Oznaczenia przyjęte przy rozwiązywaniu równań

$C = \int_{\beta_1}^{\beta_2}\sin\beta\,d\beta = \cos\beta_1-\cos\beta_2 = C_{\beta_2}-C_{\beta_1}$	$W = \beta_2\sin\beta_2-\beta_1\sin\beta_1 = W_{\beta_2}-W_{\beta_1}$	$D+V = \int_{\beta_1}^{\beta_2}\beta\sin\beta\,d\beta$
$D = \int_{\beta_1}^{\beta_2}\cos\beta\,d\beta = \sin\beta_2-\sin\beta_1 = D_{\beta_2}-D_{\beta_1}$	$V = \beta_1\cos\beta_1-\beta_2\cos\beta_2 = V_{\beta_2}-V_{\beta_1}$	$W-C = \int_{\beta_1}^{\beta_2}\beta\cos\beta\,d\beta$

szą, a rozkład nacisków pozostałby ten sam.



Rys. 6.

Wyznaczania kąta ϕ położenia nacisku zerowego podane jest w Tabeli II. Kąty podane są w radianach.

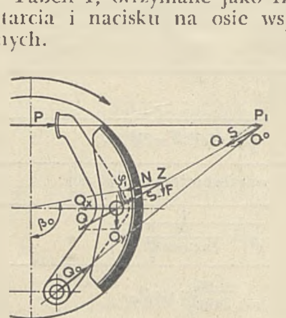
Wartość stałej c wyznacza się z równania momentu rozpierającego (patrz Tabela I) przy czym znaki ,,górne'' odnoszą się do szczęk współbieżnych, a ,,dolne'' do przeciwbieżnych.

Na rys. 6 pokazana jest graficzna metoda wyznaczania siły nacisku N i kąt β nacisku, a na Tabeli I podane są odpowiednie wzory. Ponieważ momenty siły nacisku i tarcia względem osi równoważą się, co już było poprzednio powiedziane, więc kierunek wypadkowej siły Q=S przechodzi przez oś szczęki (rys. 7). Z tego wynika, że szczęka wahliwa nie ulega zakleszczeniu względem swojej osi i że również jest zawsze spełnione równanie:

$$\frac{x}{y} = \frac{\sin\varphi}{-\cos(\beta_0 + \varphi)}$$

Jednak może następować zakleszczanie się całego układu hamulca ze szczękami wahliwymi, co będzie dalej omówione.

Wartości składowych siły Q podane są w Tabeli I, otrzymane jako rzuty siły tarcia i nacisku na osie współrzędnych.

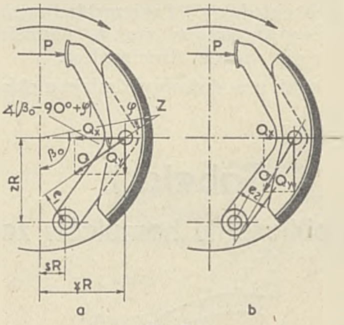


Rys. 7.

Przy szczękach symetrycznych wartości:

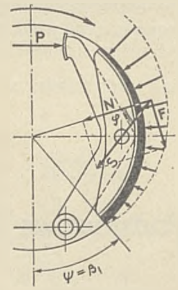
$$\frac{Q_y}{cbR} \quad i \quad \frac{M}{cbR}$$

nie zależą od wartości współczynnika tarcia, co wynika z ostatniego wzoru, podanego w Tabeli II.



Rys. 8.

Zakleszczanie się hamulca wewnętrznego ze szczękami wahliwymi następuje wtedy, gdy siła Q względem osi dźwigni szczęki daje moment o zwrocie zgodnym ze zwrotem momentu rozpierającego (rys. 8b).



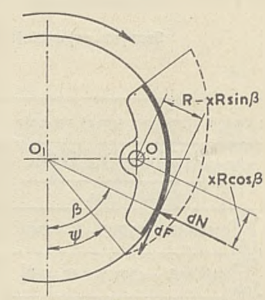
Rys. 9.

Zakleszczanie się hamulca zatem nie będzie występować (rys. 8a) jeżeli:

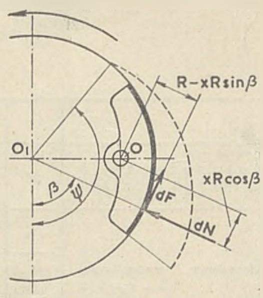
$$tg(\beta_0 - 90° + \varphi) = \frac{Q_y}{Q_x} < \frac{s}{x-s}$$

Tabela II.

Wyznaczanie kąta ψ położenia zerowego nacisku



Szczęka współbieżna



Szczęka przeciwbieżna

Rozkład nacisków $p = c(\beta - \psi)d\beta$

Element siły nacisku $dN = cbR(\beta - \psi)d\beta$

Element siły tarcia $dF = \mu dN = \mu cbR(\beta - \psi)d\beta$

Równanie momentów siły nacisku i tarcia względem osi szczęki dla hamulca wewnętrznego:

$$\int_{\beta_1}^{\beta_2} dN\, xR\cos\beta \pm \int_{\beta_1}^{\beta_2} dF\,(R - xR\sin\beta) = 0$$

Po przekształceniach powyższe równanie można napisać w postaci:

$$x\int_{\beta_1}^{\beta_2}\beta\cos\beta\, d\beta - x\psi\int_{\beta_1}^{\beta_2}\cos\beta\, d\beta \pm \mu\int_{\beta_1}^{\beta_2}\beta\, d\beta \mp \mu\psi\int_{\beta_1}^{\beta_2} d\beta \mp \mu x\int_{\beta_1}^{\beta_2}\beta\sin\beta\, d\beta \pm \mu x\psi\int_{\beta_1}^{\beta_2}\sin\beta\, d\beta = 0$$

Rozwiązując powyższe równanie i podstawiając oznaczenia podane w Tabeli I. otrzymamy kąt położenia zerowego nacisku:

$$\psi = \frac{x\left[W - C \mp \mu(D + V)\right] \pm \mu\frac{\beta_2^2 - \beta_1^2}{2}}{x(D \mp \mu C) \pm \mu\alpha}$$

przy czym znaki "górne" odnoszą się do szczęki współbieżnej, a znaki "dolne" do szczęki przeciwbieżnej.

Dla szczęk symetrycznych otrzymamy wyrażenie:

$$\mu(2\psi - \pi) = \frac{2x\left(\alpha\cos\frac{\alpha}{2} - 2\sin\frac{\alpha}{2}\right)}{\pm\alpha \mp 2x\sin\frac{\alpha}{2}}$$

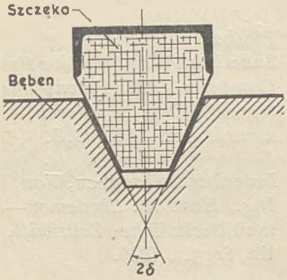
czyli, że iloczyn $\mu(2\psi - \pi)$ nie zależy od współczynnika tarcia, a jedynie od wymiarów szczęki.

Żeby cała okładzina przylegała do bębna hamulca (rys. 9), to kąt położenia zerowego nacisku musi być mniejszy od kąta położenia okładziny, czyli

$$\psi \leqslant \beta_1$$

co przy szczękach symetrycznych otrzymamy, gdy:

$$\mu \leqslant \frac{\operatorname{ctg}\frac{\alpha}{2} - \frac{2}{\alpha}}{1 - \frac{\alpha}{2x\sin\frac{\alpha}{2}}}$$

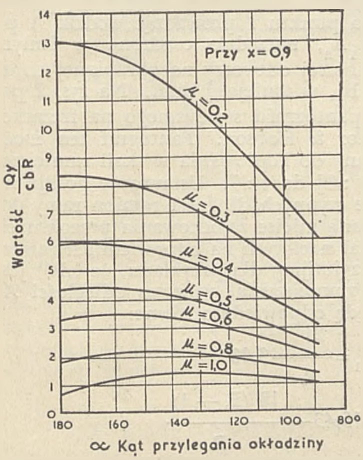


Rys. 10.

Jeżeli powierzchnia bębna hamulcowego i szczęki są nażłobkowane (5) (co głównie stosowane jest przy hamulcach zewnętrznych), to przy obliczeniach zamiast rzeczywistego współczynnika tarcia μ, trzeba posługiwać się współczynnikiem tarcia zastępczym:

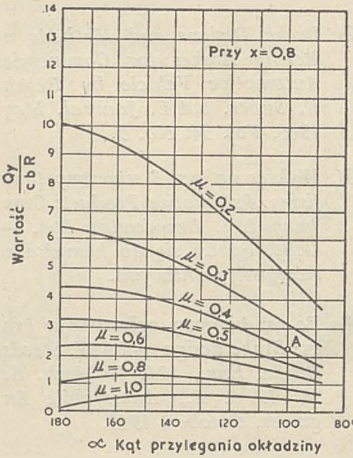
$$\mu' = \frac{\mu}{\sin\delta + \mu\cos\delta}$$

gdzie kąt jest połową kąta nażłobkowanego, jak pokazano na rys. 10. przy czym kąt 2 stosuje się przeważnie nie mniejszy od 30°.



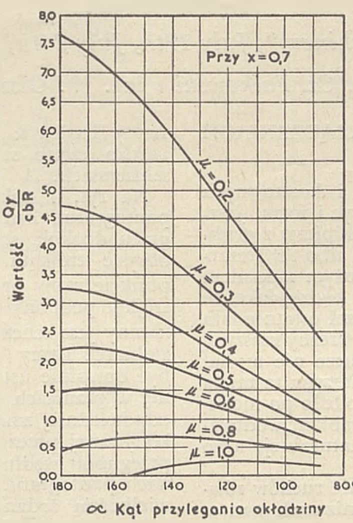
Rys. 11.

W praktyce najczęściej spotykamy hamulce ze szczękami wahliwymi symetrycznymi. Dlatego też dogodnym jest posługiwanie się wykresami, które bardzo upraszczają przeliczenia. Poniżej podane są odpowiednie wykresy:



Rys. 12.

Wykres 11, 12 i 13 podają wartość Qx/cbR, w zależności od kąta przylegania okładziny, współczynnika tarcia materiału okładzin i dla trzech często stosowanych wartości x.



Rys. 13.

Wykres 14 podaje wartości Qy/cbR.

Wykres 15 podaje wartość:

$$m_0 = \frac{1}{2}\mu(\pi - 2\psi)\alpha$$

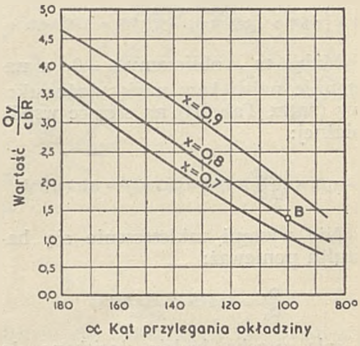
co podstawiając do równania na moment hamulca otrzymamy:

$$M = cbR^2 m_0$$

Z wartości m_0 można określić kąt położenia nacisku zerowego, jak również największy współczynnik tarcia, przy którym cała okładzina przylega do bębna, co otrzymamy gdy:

$$\mu \leqslant \frac{2m_0}{\alpha^2}$$

przy wartości α w radianach.



Rys. 14.

Przykład:

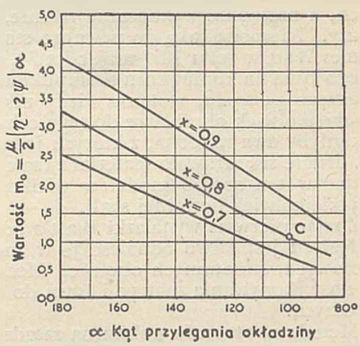
Dane: R = 25 cm
h ≐ 1,6 R
z = x = 0,8
s = 0,2
α = 100° = 1,745 radian.
b = 10 cm
μ = 0,4
P = 525 kg.

Z wykresu na rys. 12 odczytamy (punkt A), że:

$$\frac{Q_x}{cbR} = 2{,}25$$

Z wykresu na rys. 14 odczytamy (punkt B), że

$$\frac{Q_y}{cbR} = 1{,}4$$



Rys. 15.

Podstawiając powyższe wartości do równania na moment rozpierający (patrz Tabela I) otrzymamy:

dla szczęki współbieżnej:

$$c_1 bR = 1{,}667\,P_1$$

dla szczęki przeciwbieżnej:

$$c_2bR = 0,606\ P_2$$

Z wykresu na rys. 15 (punkt C) odczytamy, że $m_0 = 1,1$. Podstawiając tę wartość do równania na moment hamulca i zakładając, że rozpierak jest hydrauliczny, czyli $P_1 = P_2 = P$, otrzymamy:

$$M = (c_1bR + c_2bR)Rm_0 = 2,5\ PR = 330\ \text{kgm}$$

Mając m_0, obliczamy $\psi = 0$, a następnie największy nacisk jednostkowy (patrz Tab. II) na szczęce współbieżnej:

$$P'_m = c_1/\beta_1 = \frac{1,667}{10,25} P\ 2,44 = 0,0162\ P = 8,5\ \text{kg/cm}^2$$

Nie wystąpi zakleszczenie się hamulca ponieważ:

$$\frac{Q_y}{Q_x} = 0,625 < \frac{z}{x-s} = 1,33$$

i cała szczęka będzie dociskana do bębna ponieważ:

$$\frac{2m_0}{\alpha^2} = 0,725 > \mu$$

(1) *Discussion at conference on surface finish-Proceedings Institution of Mech. Eng., Vol. 153, 1945 (War Emergency Issue No. 10).*

(2) *Brake Designs and Methods of Rasing Brakes for Commercial Automotive Vehicle by Relph. K. Super, S.A.E. Journal, May, 1946, Vol. 54, No. 5.*

(3) *Wykres na rys. 3 użyczony przez firmę Automotive Products Company Ltd. Leamington Spa. — G.B., odnosi się do hamulca ze szczękami wahliwymi.*

(4) *Po raz pierwszy ogłoszone w pracy: Brake design — by W. Steeds, B. Sc. Eng., M. I. Mech. E., M. I. A. E., Automobile Engineer, October, 1945.*

(5) *Elements of Machine Design by D. S. Kimball and J. H. Barr, John Wiley & Sons. Inc., New York, 1935.*

LITERATURA

Poza książkami cytowanymi w tekście:

(1) *Design of Machine Members by Alex. Vallances, M.S. in M.E. and Venton Levy Doughtie M.S. in M.E. McGraw Hill Book Comp. Inc., New York, 1943.*

(2) *Machine Design by P. H. Hylands, M.E., and J. B. Kommers, M.E.—McGraw Hill Book Comp. Inc., New York, 1943.*

(3) *Method of Analysing Floating Shoe Brakes-Automotive Products Company Ltd.. Patent and Research Dept., March, 1945, Leamington Spa., G.B.*

(4) *Innenbackenbremsen, Von, Dipl. Ing., Hans W. Lindeman—Automobiltechnische Zeitshrift, Berlin,* Sept. , 1939.

(5) *Factory Experimental Work and its equipment by A. G. Booth. Humber Ltd., January, 1939.*

KOPIARKI

(H. C. Town, „Machinery", July 19th, July 26th, August 2nd, 1945.)

Tłumaczyli inż. Cz. Falkowski i inż. W. Olszewski, W.I.T.

KOPIARKI O MECHANICZNYCH URZĄDZENIACH STERUJĄCYCH

Jedną z najbardziej skomplikowanych i kosztownych operacji obróbki metali jest żłobienie matryc i form. Jeszcze do niedawna części tego rodzaju były najpierw z grubsza skórowane na strugarkach poprzecznych albo też frezarkach, a następnie wykańczane ręcznie, z dużym nakładem pracy. Niespodzianką do pewnego stopnia będzie fakt, że James Watt w roku 1811 mając lat 74, spędzał ostatnie lata swego życia na kopiowaniu skomplikowanej rzeźby maszyną własnego pomysłu, wówczas kiedy nikt jeszcze nie myślał o jakiejkolwiek obrabiarce do tego celu. Maszyna ta miała jak gdyby dwa ramiona, z których jedno wodziło po modelu, drugie zaś skrawało materiał z części obrabianej, odtwarzając w ten sposób model w wielkości naturalnej, albo w jakiejkolwiek dowolnej skali.

Znając pierwsze wynalazki Watt'a odnośnie ruchów równoległych jest łatwo odnaleść je w mechanizmach pantografowych, stosowanych obecnie. Mechanizmy te używane są do wykonywania matryc i form do wyrobów z mas plastycznych.

Metoda pantografu polega na zasadzie figur podobnych, których odpowiadające sobie boki lub inne elementy są równe lub proporcjonalne oraz na tym, że ich powierzchnie są proporcjonalne do kwadratów wymiarów. W zastosowaniu przemysłowym powyższa zasada rozszerzona jest również i na bryły, dla których dochodzi proporcjonalność objętości. W tym wypadku objętości brył podobnych są proporcojnalne do sześcianu wymiarów.

Najbardziej znanym typem pantografu jest prawdopodobnie typ zastosowany w maszynach do grawerowania, firmy Taylor & Hobson, Leicester. Typ ten jest również bardzo często stosowany do ostrzenia profilowych tarcz szlifierskich.

Na rys. 1 pokazane są trzy systemy układów dźwigni pantografu. Zauważymy łatwo, że obracając ramę pantografu dookoła stałego punktu i prowadząc wodzik A po obrysie trójkąta AA_1A_2, narzędzie osadzone w innym punkcie ramy przegubowej odtworzy na obrabianej części trójkąt podobny BB_1B_2, w mniejszej skali. Na rys. 2 pokazany jest schemat pantografu stosowanego na frezarkożłobiarce firmy Taylor & Hobson. Pantograf ten może być dowolnie ustawiany do kopiowania w skali zmniejszonej w granicach od 1 : 1½ do 1 : 7. Ustawianie polega na odpowiedniej zmianie czynnych długości ramion ramy dokonywanej przez zmianę miejsc zamocowania przeciwnych przegubów według skal naciętych na odpowiednich ramionach pantografu. Przyjmijmy dla przykładu, że „R" jest wielkością żądanego zmniejszenia, wówczas odległości A_1 i D_1 (patrz rys. 2) będą odpowiednio równe:

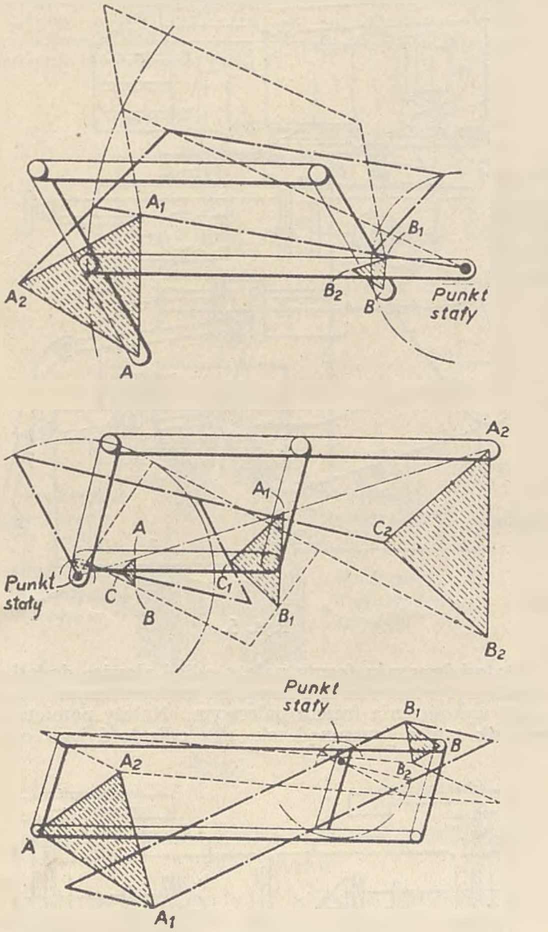
$$A_1 = \frac{21}{R} - 3,00''$$

$$D_1 = 15,43 - \frac{18\ (R - 1)}{R}$$

i powinny być mierzone od kreski „7". Powyższe wzory mogą być użyte również do obliczenia zmniejszeń pośrednich, innych aniżeli te, które wynikają z naciętych podziałek. Maszyny tego typu można użyć również do powiększenia przez zamianę położenia narzędzia i wodzika.

Na rys. 3 pokazany jest pantograf (patenty firmy

Nuckey Scott) stosowany do korygowania profilu jednonitkowych tarcz szlifierskich do szlifowania gwintów. Diament i wodzik ustawiają się automatycznie, a pantograf pozostaje zawsze równoległy do osi szlifowanej śruby tak, że tarcza szlifierska jest przetaczana automatycznie na prawidłowy profil gwintu, w płaszczyźnie prostopadłej do linii śrubowej gwintu. Kompensację uwzględniającą różne kąty linii śrubowej uzyskuje się przez odpowiedni obrót głowicy tarczy szlifierskiej. Pantograf ten umożliwia wykonywanie powiększeń w granicach 25 : 1. Jeżeli diament



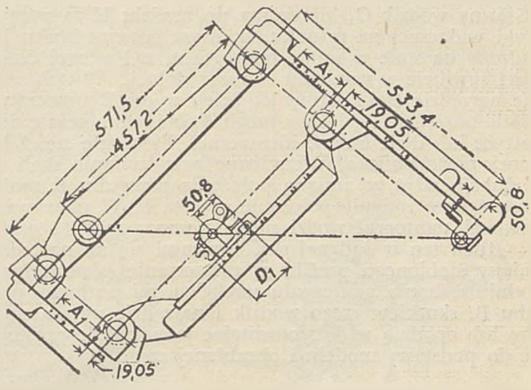
Rys. 1.

zużyje się, należy ponownie ukształtować diament i wodzik tak, ażeby miały one ten sam kształt, jakkolwiek kształt diamentu nie ma wielkiego znaczenia, o ile wodzik zakreśla powiększony kształt modelu. Pantograf umocowany jest w taki sposób, że przy każdym przesuwie diamentu wgłąb tarczy szlifierskiej podczas przetaczania jej, głowica tarczy szlifierskiej przesuwa się o taką samą odległość w stronę części szlifowanej. Dzięki temu tarcza szlifierska po przetoczeniu szlifuje taką samą średnicę jaką szlifowała przedtem.

INNE ZASTOSOWANIE PANTOGRAFU

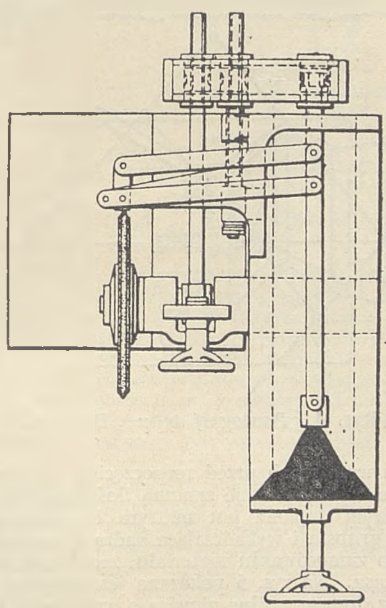
Istnieją typy kopiarek zbudowanych na zasadzie pantografu, w których rama pantografu osadzona jest na przegubie, położonym na wysokości stołu, skutkiem czego wodzik i narzędzie mogą się unosić lub opuszczać. Ruch ten zmienia jednak położenie względne pomiędzy wodzikiem i narzędziem z jednej strony a modelem i obrabianą częścią z drugiej strony przez co obrabianie jest utrudnione.

Niedogodność ta została usunięta w pantografie typu „Deckel", w którym rama pantografu umocowana jest



Rys. 2.

wahliwie w przegubie o osi równoległej do płaszczyzny układu. Wodzik i narzędzie osadzone są w ramie dolnej, mającej za zadanie utrzymać pionowy kierunek ich osi. Obsady wodzika i narzędzia połączone są z ramą pantografu poziomymi przegubami w dwuch punktach ponad wodzikiem i ponad narzędziem w taki sposób, że podczas wahliwego ruchu ramy pantografu względem osi poziomej rama dolna z narzędziem i wodzik przesuwają się w górę lub w dół zachowując pionowe położenie.

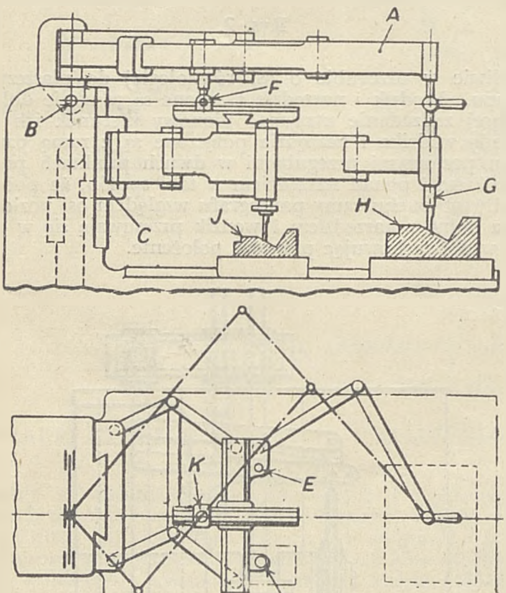


Rys. 3.

Rama pantografu składa się z systemu ramion A i może się wahać względem osi przegubu B. Przy tym ruchu, całość jest zrównoważona przeciwciężarem. W ten sposób uzyskuje się łatwe przesuwanie belki w której jednym końcu znajduje się główna obsada D narzędzia, ale tylko w kierunku równoległym do osi obsady. W drugim końcu

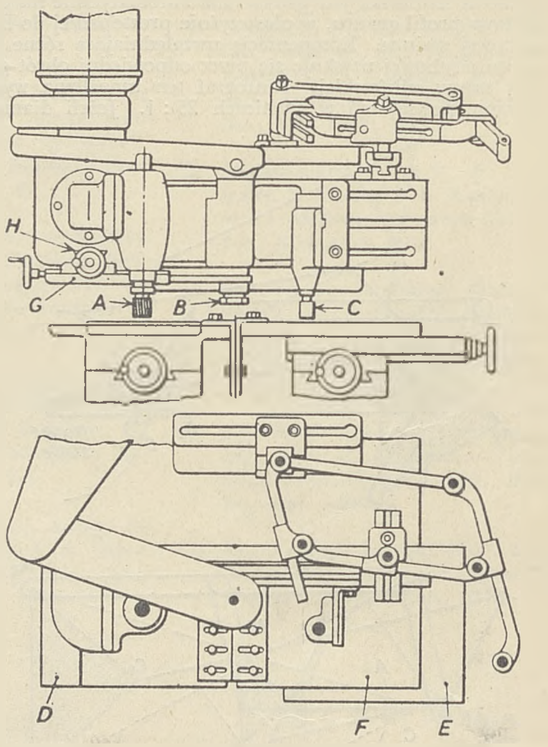
belki znajduje się dodatkowy wodzik do odtwarzania modelu w skali 1 : 1. Na górnych prowadnicach belki, prostopadłych do osi przegubu B, osadzony jest nastawny suwak F, na którym może być odpowiednio umocowany przegub K, łączący ramę dolną z punktem kopiującym ramy pantografu.

Główny wodzik G, kierowany po modelu H za pomocą rączki widocznej na rysunku, w swym górnym końcu jest osadzony na stałe w ramie pantografu, zaś w swej dolnej części suwliwie w ramieniu R ramy dolnej. W tym układzie narzędzie żłobi formę J. Jeżeli w osi E umocujemy drugie narzędzie, będziemy mogli żłobić jednocześnie dwie matryce lub dwie formy, identyczne. Położenie części żłobionej może pozostać niezmienne przy zmianie skali reprodukcji, gdyż ze zmianą położenia przegubu K można odpowiednio zmienić położenie suwaka F. .W płaszczyźnie poziomej pantograf wodzi się za pomocą rączki i wodzika. Ruch ten w żądanej skali przenosi się na narzędzie. Zmiany żłobionego profilu w płaszczyźnie pionowej powodują wahania pantografu względem osi poziomej przegubu B, skutkiem czego wodzik i narzędzie unoszą się w górę lub opadają w dół, pozostając jednak stale prostopadłe do podstawy modelu i obrabianej części.



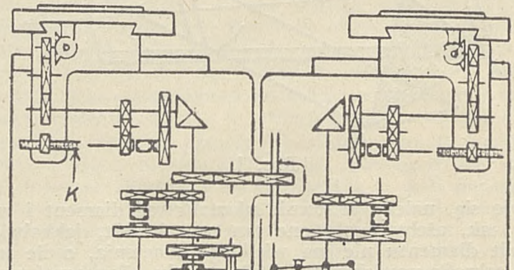
Rys. 4. *Pantograf typu „Deckel".*

W wielu wypadkach przed rozpoczęciem żłobienia według modelu należy usunąć znaczną ilość materiału z bloku, w którym drążona jest matryca lub forma. Jeżeli drążenia z grubsza i wykańczające dadzą się wykonać przy tym samym zamocowaniu materiału, zaoszczędzi się znaczną ilość czasu. Na rys. 5 pokazana jest maszyna do prac tego typu z dostawną silną głowicą o wrzecionie A, w którym można umocować odpowiednie narzędzie do skórowania. W tym celu należy połączyć wrzeciono A z mechanizmem napędu oraz rozłączyć wrzeciono B. Następnie ustawia się i umocowuje wodzik C w odpowiednim położeniu w stosunku do narzędzia na ramie, zaś materiał i model umocowuje się na stołach D i E (albo F w razie kopiowania w skali 1 : 1) Przez pokręcanie rączek posuwu podłużnego i poprzecznego, stół D oraz połączony z nim stół F wraz z modelem i obrabianą częścią przesuwają się względem narzędzia, które zachowuje stałe położenie. Maszyna jest również wyposażona w mechanizm posuwów mechanicznych.



Rys. 5.

Po oskórowaniu formy należy odjąć głowicę dodatkową i połączyć wrzeciono B z napędem mechanicznym, do operacji wykończenia frezem palcowym. Należy pamiętać, że wodzik trzeba przesunąć tak, aby odległość jego osi od



Rys. 6.

osi wrzeciona B była taka sama, jak poprzednia odległość od osi wrzeciona A. Stoły pozostają teraz nieruchome, poruszane są natomiast wodzik i wrzeciono B za pomocą systemów G i H, albo w razie wykończania ręcznego, za pomocą pantografu.

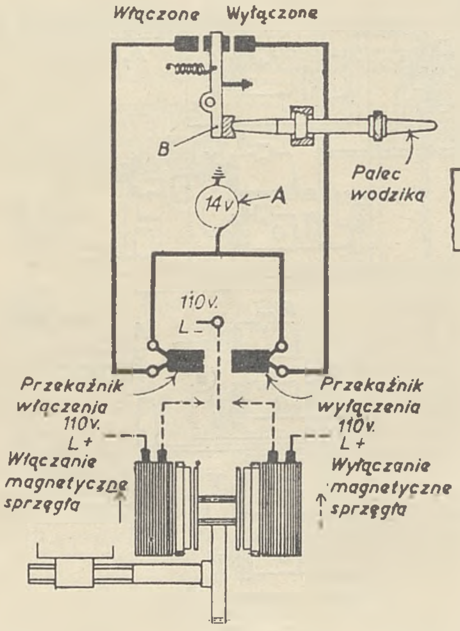
Podczas kopiowania w skali innej niż 1 : 1, stoły D i E

muszą poruszać się z różnymi szybkościami. Do tego celu służy mechanizm pokazany na rys. 6. Śruba I posuwu pionowego lewej strony mechanizmu napędzana jest od silnika elektrycznego poprzez skrzynkę 6 cio biegową. Napęd ze skrzynki przenosi się poprzez parę kół stożkowych na śrubę posuwu podłużnego stołu.

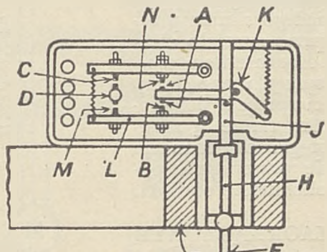
Celem umożliwienia napędu stołu E z taką szybkością z jaką napędzany jest stół D albo z jakąkolwiek inną szybkością, prawa część mechanizmu otrzymuje napęd z 6-cio biegowej skrzynki poprzez skrzynkę L bezstopniowej zmiany biegów, rys. 6. Jasne jest, że dzięki skrzynce L wielkości posuwów stołu E mogą być odpowiednio zmieniane, niezależnie od posuwów stołu D.

ZASTOSOWANIE OPISANEGO URZĄDZENIA DO TOCZENIA

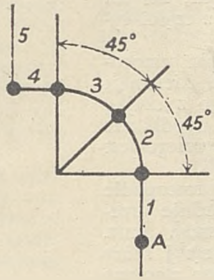
Opisane urządzenie daje się zastosować prawie do każdej operacji obróbkowej, nie ograniczając się tylko do frezowania. Na rys. 7 pokazany jest schemat urządzenia zastosowanego do toczenia profilowego. W tym wypadku obrabiany przedmiot jest kopiowany z szablonu wykonanego z cienkiej blachy, umocowanego na wsporniku do tylnej strony łoża tokarki. Czujka podczas toczenia lekko dotyka szablonu i kieruje ruchem noża. W tokarkę wbudowane są dwie skrzynki sprzęgieł magnetycznych. Jedna między skrzynkę posuwów a wałek pociągowy, druga, między skrzynkę posuwów a śrubę pociągową.



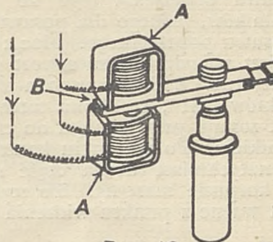
Rys.7



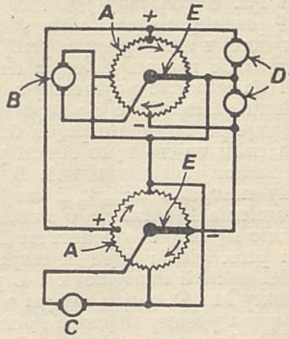
Rys.8



Rys.9



Rys.10



Rys.11

KOPIARKI Z ELEKTRYCZNYMI URZĄDZENIAMI STERUJĄCYMI

W konstrukcjach dotychczas opisanych sterowanie posuwów maszyny rozwiązano wyłącznie mechanicznie.

Obecnie zostaną omówione urządzenia elektryczne stosowane do kontroli ruchów narzędzia kopiarki. W urządzeniach tych wodzik jest jedną z części mechanizmu czujki, w której zgrupowane są kontakty sterującego urządzenia elektrycznego.

W maszynach ze sterowaniem elektrycznym można dosunąć wrzeciono z frezem do obrabianego przedmiotu aż do chwili zetknięcia się wodzika czujki ze wzorcem. W tym momencie zostaje włączony jeden z obwodów elektrycznych, który za pomocą przekaźników, urządzeń kierujących i jednego lub więcej sprzęgieł magnetycznych powoduje zmiany posuwu, nie przerywając przy tym ruchu maszyny w głównym kierunku frezowania. Gdy nacisk boczny wywierany na czujkę stanie się zbyt wysoki, co zachodzi przy żłobieniu głębokich wnęk, zostaje włączony inny obwód elektryczny, który spowoduje odsunięcie wrzeciona od obrabianej części. Jeśli nacisk na czujkę pomimo to wzrasta dalej, zostaje włączony trzeci obwód, który powoduje wyłączenie posuwu w kierunku roboczym. Czujka i wrzeciono cofają się następnie tak długo, aż nacisk ustanie i obróbka odbywa się nadal.

Podczas toczenia sprzęgło cierne posuwu poprzecznego napędzanego od wałka pociągowego, włączone jest na stałe, oraz włączona jest na stałe nakrętka łącząca suport ze śrubą pociągową dla posuwu podłużnego. Należy zwrócić uwagę, że w tym wypadku zamek tokarski musi umożliwiać jednoczesne włączenie posuwu podłużnego od śruby pociągowej, oraz posuwu poprzecznego od wałka pociągowego. Na tablicy rozdzielczej znajduje się przycisk zmiany kierunku posuwu oraz dwa przyciski zmiany wielkości posuwu.

Rys. 7 pokazuje połączenia elektryczne jednego z tych urządzeń. Obwód kontrolny 14-to woltowy, oznaczony grubymi liniami, łączy motor-generator z cewkami przekaźników oraz kontaktami sterowanymi czujką. Obwód roboczy 110-cio woltowy, oznaczony na rysunku linią kreskowaną, łączy zworę przekaźnika ze szczotkami sprzęgła magnetycznego.

Jeden biegun motor-generatora A oraz aluminiowa dźwignia B są uziemione. Zwarcie kontaktów ,,wł" (włączających) za pomocą sprężyny zaczepionej do dźwigni B, powoduje wzbudzenie przekaźnika ,,wł", który z kolei zamyka obwód 110-cio woltowy i uruchamia w ten sposób sprzęgło magnetyczne ,,wł". Suport poprzeczny przesuwa się wtedy w kierunku szablonu aż do chwili zetknięcia się z nim czujki. Gdy nacisk szablonu na czujkę przezwycięży opór sprężyny na dźwigni, zostaną zwarte kontakty

„wył" (wyłączające), na skutek czego nastąpi zmiana kierunku posuwu suportu poprzecznego.

Jeżeli profil szablonu jest równoległy do łoża tokarki, dźwigienka zajmuje położenie środkowe i toczony jest wówczas cylinder. Czułość urządzenia oraz mały nacisk czujki na szablon, ok. 200 gr nie wpływa zupełnie na wydajność skrawania.

Poza profilami cylindrycznymi można toczyć również najrozmaitsze profile trójkątne, kwadratowe i inne z dokładnością do 0,025 mm w stosunku do wymiarów szablonu.

Dla przesuwania suportu w dwuch kierunkach użyte są zwykle trzy grupy kontaktów i dwie dźwigienki. Dla zwiększenia czułości urządzenia korzystne jest zastosowanie czterech grup kontaktów i trzech dźwigienek. Przy zastosowaniu urządzenia tego do tokarki można użyć dwuch silników, jednego dla posuwu podłużnego, drugiego do posuwu poprzecznego. Moc z każdego silnika przenoszona jest na odpowiedni suport poprzez sprzęgło elektromagnetyczne. Z chwilą zwarcia za pośrednictwem czujki kontaktów „wł", środkowa tarcza sprzęgła napędzająca suport zostaje przyciągnięta do części sprzęgła połączonej z silnikiem. Po rozwarciu kontaktów, tarczę tą zahamowuje natychmiast druga część sprzęgła osadzona na stałe na korpusie maszyny. To szybkie przerywanie posuwu jest ważne z punktu widzenia dokładności obróbki.

KOPIOWANE TOCZENIE WAŁU Z ZAOKRĄGLONYM PRZEJŚCIEM NA WIĘKSZĄ ŚREDNICĘ

Na rys. 8 pokazany jest inny schemat czujki, zaś na rys. 9 przebieg toczenia wału składającego się z części cylindrycznej z zaokrąglonym przejściem.

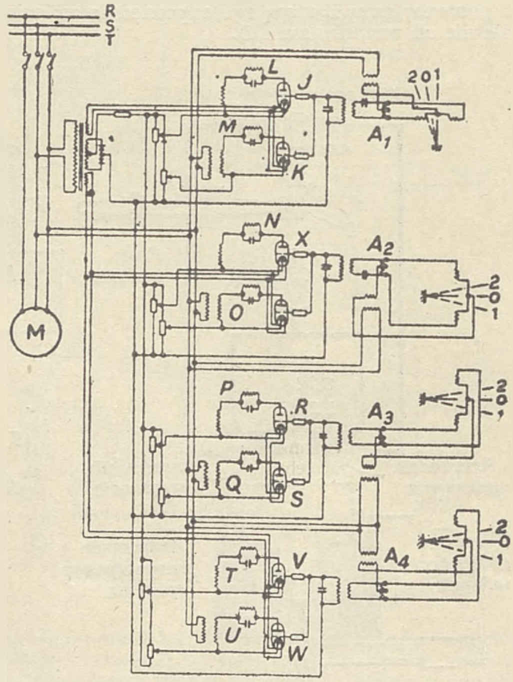
Skrawanie rozpoczyna się z chwilą gdy czujka umocowana na suporcie poprzecznym posunie się w kierunku szablonu. Dosuwanie się suportu poprzecznego z czujką następuje po załączeniu prądu dzięki temu, że dopóki nie ma nacisku na czujkę to obwód posuwu poprzecznego jest stale zasilany z kontaktów A, B, C i D (rys. 8).

Gdy następnie wodzik E czujki osadzonej prostopadle do ramienia F oprze się o szablon G to spowoduje przechylenie się czujki względem środka kulistej obsady. Skutkiem przechylenia część H czujki przesunie pręt J który z kolei wychyli dźwignie K i L przez co zostaną złączone kontakty M i D, a tym samym włączony posuw podłużny.

Obydwa posuwy włączone są obecnie równocześnie aż do chwili, gdy wzrost nacisku na końcówkę czujki spowoduje rozwarcie kontaktów A i B i tym samym wyłączenie posuwu poprzecznego. Stan ten trwa tak długo, jak długo krawędź szablonu pozostaje równoległa do prowadnic łoża (odcinek 1 rys. 9). Gdy czujka przejdzie na odcinek 2 szablonu, nacisk na wodzik E rośnie, co spowoduje zwarcie kontaktów A i N, a tym samym włączenie odwrotnego posuwu poprzecznego (do tyłu).

Jeżeliby posuwy podłużny i poprzeczny były sobie równe, nóż przesuwałby się po linii nachylonej pod kątem 45° do osi obrabianej części. Ponieważ nachylenie szablonu jest mniejsze, suport odsuwa się od szablonu powodując zmniejszenie nacisku na wodzik czujki, a tym samym przerwanie kontaktu AN i zatrzymanie posuwu poprzecznego. Skutkiem tego suport przesuwany jest tylko w kierunku podłużnym aż do chwili gdy nacisk na wodzik czujki zwiększy się i spowoduje zwarcie kontaktów A i N, a tym samym uruchomienie posuwu poprzecznego do tyłu.

Opisane czynności powtarzają się aż do chwili, gdy czujka przejdzie na odcinek 3 szablonu, którego nachylenie jest większe aniżeli 45°. Dotychczas posuw podłużny czynny był na stałe, zaś posuw poprzeczny był włączany w miarę potrzeby. Teraz warunki pracy się odwracają. Odkąd nacisk na wodzik wzrósł, skutkiem wzrostu kąta nachylenia szablonu, kontakty C i D zostały rozwarte ażeby przerwać posuw podłużny. Czynny jest teraz tylko posuw poprzeczny aż do chwili gdy nacisk na wodzik czujki zmaleje do tego stopnia, że kontakty CD zostaną zwarte ponownie. Opisane czynności powtarzają się stale na odcinku 3 aż czujka osiągnąwszy odcinek 4 szablonu nie może się zwolnić sama od docisku na niego, przez co włączony jest teraz stale tylko posuw poprzeczny. Docisk ten pozostaje stały na całej długości odcinka 4. Przy końcu odcinka 4 nacisk na wodzik czujki ustaje, na skutek czego posuwy odpowiednio się zmieniają aż krawędź zostanie obtoczona po czym kontakty AN i AB posuwu poprzecznego pozostają rozwarte, a kontakty CD i MD posuwu podłużnego zostają zwarte.



Rys. 12.

METODA ELEKTRONOWA

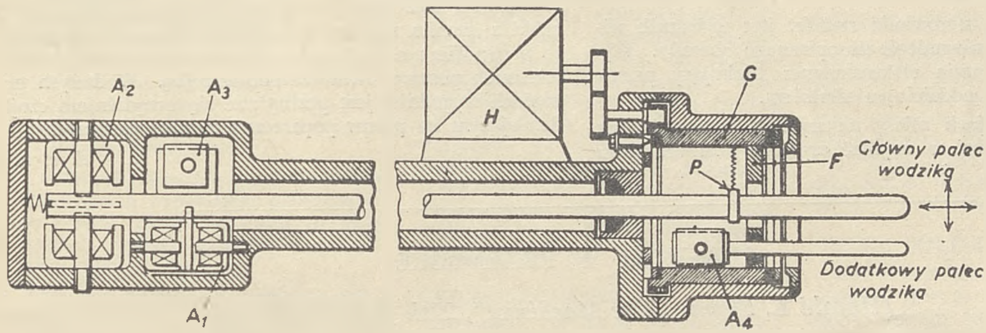
Z tego co powiedziano poprzednio widać jasno, że gdy chodzi o urządzenia sterujące suportami, których kierunki posuwów tworzą ze sobą kąt prosty, nóż będzie zakreślał drogę formy „schodkowej". Wysokość tych schodków, a zatym czułość urządzenia zależy od czasu potrzebnego na przełączanie przekaźników, sprzęgieł i silników. Ponadto częste przełączenie może być trudne do zsynchronizowania z położeniem czujki.

Urządzenie zbudowane na zasadzie elektronowej może działać znacznie szybciej. W wypadku pokazanym na rys. 10 urządzenie składa się z dwuch elektromagnesów A i umieszczonej między nimi płytki B, połączonej na stałe z czujką D. Jakakolwiek zmiana położenia płytki B indukuje prąd w układzie elektromagnesów i przez to daje impulsy włączające prąd dla sterowania posuwem poprzez lampę tyrotronową.

Ponieważ w tym wypadku czułość urządzenia może być znacznie większa, dla przekazywania ruchu nie stosuje się sprzęgieł elektromagnetycznych tylko silniki napędzające są nagle zatrzymywane przez przerywanie krótkozwartych obwodów wirników bezpośrednio po przesłaniu impulsu od wodzika czujki. Urządzenie to umożliwia bardzo częstą zmianę posuwu, czego nie można osiągnąć przy użyciu sprzęgieł magnetycznych.

Istnieją również sposoby kopiowania, w których szablon zastąpiony jest rysunkiem. W tym wypadku użyte są dwie

komórki fotoelektryczne, jedna do sterowania ruchów narzędzia, druga do kontrolowania ruchów stołu zgodnie z liniami rysunku, który przesuwa się automatycznie przez maszynę. Zaletą tego systemu jest to, że kopiowane kształty mogą być rysowane w wielkościach naturalnych. Za pomocą kół zmianowych uzyskać można powiększenie obrabianej części w stosunku do wymiarów jej rysunku w granicach 1 : 1 do 5 : 1. Można więc obrabiać przedmioty tak duże, że dla nich konieczne jest wykonanie rysunków w skali zmniejszonej.



Rys. 13.

CZUJKA Z „DODATKOWYM WODZIKIEM"

Czułość czujki można zwiększyć przez zastosowanie dodatkowego wodzika, którego położenie względem głównego wodzika zależy od nachylenia nacinanej krzywizny. Urządzenie to reguluje stosunek szybkości silników tak, że praktycznie nie ma potrzeby włączania ich lub wyłączania z wyjątkiem wypadku, gdy główny wodzik odejdzie od szablonu. Ten sposób sterowania stanowi część niżej opisanego urządzenia opatentowanego przez firmę British Thomson-Houston.

Rys. 11 pokazuje potencjometry regulujące A dla silników B i C, powodujących posuw pionowy i poziomy a zasilanych z prądnic D. Podczas frezowania kształtowego ramiona potencjometrów E sterowane dodatkowym wodzikiem czujki pokazanej na rys. 13 włączają i nastawiają regulatory A w obwody silników i prądnic.

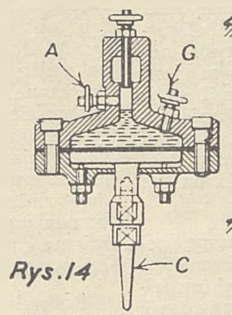
Główny wodzik czujki (rys. 13) jest osadzony tak, że może się poruszać na wszystkie strony jak również w kierunku podłużnym. Na tylnej części wodzika umocowane są zwory trzech głowic kontrolnych, z których A_1 — reaguje na ruch podłużny wodzika, zaś A_2 i A_3 reagują na ruchy boczne końcówki o kierunkach do siebie prostopadłych.

Pierścień czujki F jest osadzony w obrotowej tulei G połączonej sprężyną z pierścieniem P osadzonym luźno na głównym wodziku. Pierścień ten obraca się na wodziku czujki, podczas gdy mały silnik H napędza tuleję G. W pierścieniu F osadzony jest w łożysku dodatkowy wodzik czujki razem z głowicą kontrolną A_4 służącą do sterowania posuwu poprzecznego.

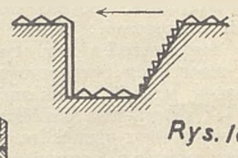
Rys. 12 pokazuje połączenia układów sterujących. Zmienne napięcie wytwarzane w głowicy kontrolnej A_1 zasila siatki lamp I i K, których anody połączone są z obwodami przekaźników L i M. Głowica kontrolna A_2 działa poprzez przekaźniki N i O, podczas gdy A_3 steruje P i Q poprzez lampy R i S; głowica A_4 oddziaływuje na przekaźniki T i U za pośrednictwem lamp V i W. Lampy zasilane są z różnych źródeł prądu stałego, które są dobrane w ten sposób, że żadna z połączonych dwuch lamp nie może działać pod wpływem zmiennego napięcia wytworzonego głowicą kontrolną w pozycji O.

Gdy główny wodzik czujki zetknie się z szablonem, zwora głowicy kontrolnej A_3 zmuszona będzie przyjąć położenie zerowe a lampa R i przekaźnik P przestają wtedy działać. Połączenia potencjometru jednak są czynne, przeto silniki B i C rys. 11 są sterowane ramionami potencjometrów E. Jeśli teraz główny wodzik czujki zejdzie z szablonu, uruchomione zostają dwie lub jedna z głowic kontrolnych A_2 lub A_3 i wtedy połączenia potencjometrów zostają odłączone, skutkiem czego czujka przesuwa się do szablonu pod kątami prostymi. Powoduje to wzbudzenie się lampy X i przekaźnika N i poprzez przekaźniki zostaje przełączony silnik C rys. 11 z + na zero z przerwaniem połączenia do potencjometru tak, że uruchomiony zostaje pionowy posuw w dół.

Dla przestawienia pomocniczego wodzika w dowolne położenie w stosunku do głównej końcówki czujki, służy pomocniczy silnik, który włączany jest w jednym lub drugim kierunku przez odpowiednie zwieranie wyłączników.



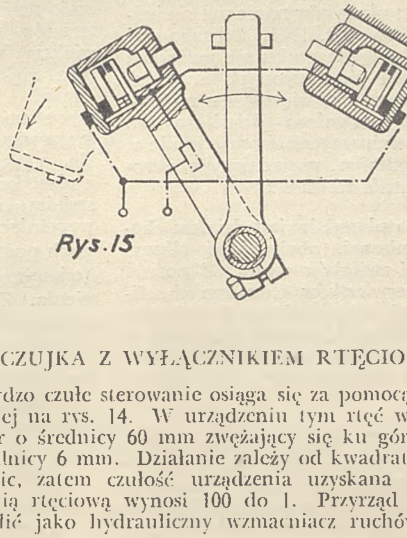
Rys. 14



Rys. 16



Rys. 17



Rys. 15

CZUJKA Z WYŁĄCZNIKIEM RTĘCIOWYM

Bardzo czułe sterowanie osiąga się za pomocą czujki pokazanej na rys. 14. W urządzeniu tym rtęć wypełnia cylinder o średnicy 60 mm zwężający się ku górze w rurkę o średnicy 6 mm. Działanie zależy od kwadratu stosunku średnic, zatem czułość urządzenia uzyskana tylko przekładnią rtęciową wynosi 100 do 1. Przyrząd ten można określić jako hydrauliczny wzmacniacz ruchów. Śrubka

A służy do przerywania obwodu elektrycznego w miarę przesuwania się wodzika czujki w dół lub w górę. Czujka umocowana jest do głowicy frezarki przy pomocy drążka i łącznika. Rtęć łączy się z obwodem przez śrubkę G. Po zwarciu obwodu śrubką A następuje zmiana kierunku posuwu pionowego do czasu aż rtęć opadnie i nastąpi przerwanie obwodu. Znowu odwraca się biegunowość silnika i zaczyna posuw w górę. Działanie to powtarza się ustawicznie i w ten sposób uzyskuje się żądany przebieg operacji.

Inną cechą tego sterowania ruchów jest wyłącznik wibracyjny włączony równolegle do opisanego obwodu. Wyłącznik ten uruchamia elektromagnes blokujący posuw podłużny, zasilany oddzielnym silnikiem.

W wielu operacjach zależy na szybkim skrawaniu bez dokładności. Można to uzyskać szybkim posuwem oraz nastawieniem wyłącznika wibrującego rys. 15. W tym wypadku rozsuwa się szeroko styki wyłącznika tak, że posuw podłużny nie dozna przerw podczas zmian posuwu pionowego, gdyż dźwignia wyłącznika wychyla się tylko w obie strony nie dotykając styków. W przeciwnym wypadku dla dokładnej obróbki dosuwa się styki blisko siebie przez co blokowanie posuwu podłużnego zaczyna się wcześniej niż skończy się elektryczne regulowanie posuwu pionowego. Dzięki temu osiągana dokładność nie zależy od wielkości ruchów kontaktów i luzów w mechanicznych elementach lecz tylko od bliskości styków. Wygląd obróbki z szeroko rozwartymi stykami wyłącznika pokazuje w przesadzie rys. 16, zaś ze zbliżonymi stykami rys. 17. Kierunek posuwu uwidoczniono strzałką. W dużych maszynach wygodniej jest posługiwać się urządzeniem czujki działającym na posuw poprzeczny zamiast pionowy.

d. c. n.

PLASTYKI W PRZEMYŚLE

(Harold L. Flynn, „The Machinist", 27th July, 1946.)

Tłumaczyli inż. Z. Jakusz, W.I.T. i inż. B. Kasiński, W.I.T.

Plastyki osiągnęły w ciągu ostatniego dziesięciolecia bardzo duże znaczenie jako materiały o różnorodnym przeznaczeniu. Zwłaszcza podczas ostatniej wojny, na skutek braku innych materiałów, znalazły one setki nowych zastosowań. Wobec olbrzymiego rozpowszechnienia tych nowych materiałów, wskazanym jest, aby każdy technik zaznajomił się z nimi, jak również ze sposobami produkcji wyrobów z plastyków. Artykuł ten jest zwięzłym zestawieniem dostępnych obecnie wiadomości na ten temat.

Pierwszy materiał plastyczny, celuloid (azotan celulozy) stosowany jest od r. 1872, zaś bakelit (fenol-formaldehyd) od r. 1909. Silniejszy rozwój przemysłu plastyków rozpoczął się jednak dobiero od r. 1925. Od tego czasu ukazało się na rynku nie mniej niż 18 nowych podstawowych materiałów plastycznych, większość z nich — w ciągu ostatniego dziesięciolecia. Każdy z tych materiałów występuje w szeregu odmian, posiadających szeroką rozpiętość własności.

Chemia plastyków jest działem chemi organicznej, obejmującej olbrzymią ilość związków węgla. Z pośród 92-ch pierwiastków chemicznych, figurujących w periodycznym układzie pierwiastków, tylko pięć jest składnikami, występującymi w plastykach. Są to: węgiel, wodór, tlen, azot i chlor.

Plastyki zbudowane są przez kombinacje dwuch, lub więcej z powyższych pięciu pierwiastków, przy czym zawsze występuje w nich węgiel, który w pojęciu chemicznym jest kręgosłupem i podstawowym składnikiem wszystkich plastyków organicznych.

Masy plastyczne składają się prawie zawsze z syntetycznych żywic, oraz z domieszek, zwanych wypełniaczami, lub uplastyczniaczami (plastyfikatorami). Domieszki te wywierają wpływ na zmianę własności żywic i są tak dobierane, aby końcowy produkt był najbardziej odpowiednim dla praktycznego użytku. Żywice mogą być substancjami stałymi (przeważnie niekrystalicznymi) lub ciekłymi. Posiadają złożoną budowę chemiczną, a otrzymywane są przez reakcje chemiczne, zachodzące między stosunkowo prostymi związkami.

Prowadzone intensywnie badania mają na celu otrzymanie nowych materiałów plastycznych, posiadających większą wytrzymałość mechaniczną, oraz większą odporność na działanie ciepła. Innym zagadnieniem jest skonstruowanie aparatury zdolnej do formowania, w możliwie krótszym czasie, większych i cięższych wyrobów z plastyków. W dziale przeróbki plastyków „termo-zestalanych" użycie wypełniaczy mineralnych i azbestowych podwyższyło znacznie odporność końcowego materiału na działanie ciepła. Zastosowanie wypełniacza z włókna szklanego zwiększyło wytrzymałość na rozerwanie wyrobów formowanych i warstwowanych. Przez lepsze opanowanie aparatury i metod produkcyjnych, otrzymuje się produkty o większej trwałości i o dokładniejszych wymiarach.

MATERIAŁY PLASTYCZNE, ICH WŁASNOŚCI I POCHODZENIE

Przemysł rozporządza obecnie dwoma podstawowymi typami plastyków: „termo-zestalanymi" i „termo-plastycznymi". *) Materiały termo-zestalane doprowadzane są podczas formowania, pod wpływem podwyższonej temperatury oraz ciśnienia, do stanu nietopliwego i raz sformowane, nie mogą być one ponownie przerabiane. Natomiast termo-plastyki miękną pod wpływem działania temperatury i ciśnienia, a twardnieją podczas chłodzenia w zamkniętej formie, lub po wyjęciu z niej; gdy poddawane są ponownemu ogrzewaniu, stają się znów plastyczne i mogą być ponownie przerabiane.

Większość plastyków, należących do obu powyższych typów, może być barwiona, przez dodatek odpowiednich barwików do masy plastycznej.

Znane materiały plastyczne po uwzględnieniu podziału ich na dwa zasadnicze typy, mogą być zgrupowane następująco:

Termo-zestalane:

Alkohol allylowy
Furfurol-formaldehyd
Melamina-formaldehyd
Fenol-formaldehyd
Poli-estry
Mocznik-formaldehyd.

---

*) *Wobec braku terminów w języku polskim, przyjęto tu nazwy najbardziej zbliżone do odpowiedników angielskich: „thermosetting" („termo-zestalane") i „thermoplastic" („termo-plastyczne").*

Termo-plastyczne:

Związki akrylowe
Kazeina
Octan celulozy
Octano-maślan celulozy
Azotan celulozy
Etylo-celuloza
Polistyren
Poliamidy
Polietylen
Poli-dwuchloro-styren
Szelak
Octan winylowy
Winylo-aldehyd masłowy
Chlorek winylowy
Octan chloro-winylowy
Chlorek winylidenu.

Własności fizyczne i chemiczne poszczególnych materiałów plastycznych są bardzo różne. Narzuca to przydatność różnych materiałów do różnych celów.

Poniżej podane są w skrócie własności plastyków, zgrupowanych na podstawie ich pokrewieństwa chemicznego:

GRUPA FENOLOWA.

Związki fenolowe otrzymywane są z kwaśnej frakcji smoły węglowej. Ze związków tych otrzymuje się następnie żywice fenolowe, do których dodawane są wypełniacze, po czym następuje wyrób przdmiotów przez formowanie pod ciśnieniem, lub przez wtłaczanie. Zależnie od rodzaju używanych wypełniaczy, otrzymane wyroby posiadają różne własności. Jako wypełniacze stosowane są: mączka drzewna, skrawki tkanin, mika, azbest. Wypełniacze są składnikami o dużym znaczeniu; ilość ich wynosi często 50% lub nawet nieco więcej na wagę materiału.

Z żywic fenolowych produkowane są również wyroby warstwowane (posiadające wewnętrzne warstwy lub wkładki z papieru lub tkanin), spoiwa (klej bakelitowy), farby i lakiery; używane są również do wyrobu mas ciernych.

GRUPA AMINOWA.

Należą tu połączenia mocznikowo-formaldehydowe i melaminowo-formaldehydowe; oba tworzą plastyki termo-zestalane. Dają się łatwo barwić w szerokiej skali trwałych barw. Posiadają bardzo dobre własności elektryczno-izolacyjne.

Żywice — pochodne mocznika otrzymywane są przez kondensację mocznika z formaldehydem. Żywice te są składnikami mas używanych do formowania, oraz stosowane są do wyrobu przedmiotów warstwowych, klejów, jako ochronne warstwy powierzchniowe, oraz jako składniki masy papierowej. Pod względem wielu własności zbliżone są do plastyków grupy fenolowej.

Pochodne melaminy podobne są, tak pod względem składu, jak i własności, do związków mocznikowo-formaldehydowych. Otrzymywane są przez reakcje cjanamidu wapnia z formaldehydem. Wytworzona w ten sposób żywica mieszana jest z wypełniaczami celulozowymi, lub z szarpanymi odpadkami włókienniczymi, dając masę do formowania. Żywica używana jest również do wyrobu przedmiotów warstwowanych. Plastyki melaminowe posiadają większą od pochodnych mocznikowych wytrzymałość na działanie temperatur, wody i chemikaliów W połączeniu z wypełniaczami mineralnymi posiadają najlepsze własności elektryczno-izolacyjne ze wszystkich mas plastycznych.

GRUPA CELULOZY.

Do grupy tej należą materiały plastyczne, których użycie jest najbardziej rozpowszechnione w przemyśle. Azotan celulozy wytwarzany jest przez działanie kwasu azotowego i kwasu siarkowego na celulozę drzewną, lub odpadki bawełniane; po tym następuje uplastycznianie za pomocą kamfory.

Octan celulozy otrzymywany jest na skutek działania kwasu octowego, bezwodnika octowego i kwasu siarkowego na odpadki bawełniane.

Octano-maślan celulozy wytwarzany jest z odpadków bawełnianych przez działanie na nie kwasem octowym, bezwodnikiem octowym i kwasem masłowym.

Etylo-celuloza otrzymywana jest przez reakcję chlorku etylowego i sody żrącej z odpadkami bawełnianymi.

Celuloid (azotan celulozy) dostarczany jest pod postacią arkuszy, prętów, rurek, filmów i emulsji. Pozostałe materiały tej grupy dostarczane są również jako masy do formowania przez wyciskanie, oraz jako arkusze, pręty, rurki i filmy.

Obrabialność maszynowa jest dobra.

GRUPA ZWIĄZKÓW WINYLOWYCH.

Wszystkie plastyki tej grupy, octan winylowy, winylo-aldehyd-masłowy octan chloro-winylowy, chlorek winylidenu i poli-alkohol winylowy, należą do typu termo-plastyków.

Octan winylowy używany jest jako medium wiążące, np. jako wewnętrzna warstwa szkła nietłukącego się, oraz w wyrobach włókienniczych, papierowych, szklanych itp.

Wszystkie plastyki tej grupy, za wyjątkiem octanu chloro winylowego, mogą być formowane i przerabiane przez wyciskanie i zastępują w wielu wypadkach gumę.

GRUPA POLI-AMIDÓW.

Materiały te posiadają ogólną nazwę nylonu. Mogą być formowane, jak również przerabiane przez wyciskanie. Plastyki te dają się łatwo obrabiać maszynowo. Są wytrzymałe na działanie temperatury do 190°C.

GRUPA POLISTYRENU.

Żywice pokrewne grupie zw. winylowych. Wytwarzane są z benzenu i chlorku etylowego. Dostarczane są jako masy do formowania, arkusze, pręty i rurki, służą również do wyrobu przedmiotów warstwowanych. Należą one do najtańszych, a bardzo dobrych materiałów plastycznych.

GRUPA POLIETYLENU.

Poli-etylen jest stałym polimerem etylenu. Jest to materiał stosunkowo nowy, bardzo lekki, giętki, przezroczysty, mało absorbujący wodę. Może być przerabiany za pomocą wszystkich metod, stosowanych do innych termoplastyków. Wytwarzane są z niego włókna, arkusze, filmy i powłoki tkanin.

GRUPA ALLYLOWA.

Jest to nowy rodzaj plastyków termo zestalanych.

Są najbardziej zbliżone do szkła ze wszystkich znanych dotychczas plastyków. Otrzymywane są z alkoholu allylowego. Odznaczają się małą zmianą objętości podczas przeróbki, dobrymi własnościami elektryczno-izolacyjnymi, optycznymi, oraz odpornością na działanie chemikaliów. W połączeniu z włóknami szklanymi dają prawie przezroczyste materiały warstwowe.

GRUPA ZWIĄZKÓW AKRYLOWYCH.

Żywicą o dużym znaczeniu, należącą do tej grupy, jest metakrylan metylowy. Jest to termo-plastyk, otrzymywany przez reakcję propylenu (pochodzenia naftowego) z acetonem i alkoholem metylowym. Jest stosunkowo miękki i podatny na rysowanie, może być jednak łatwo odpolerowany. Stosowany był podczas ostatniej wojny do przezroczystych osłon w samolotach; posiada też wiele zastosowań do celów pokojowych. Materiał dostarczany jest jako proszek do formowania ,jak również pod postacią arkuszy, prętów i rurek. Proszek wymaga bardzo dużych ciśnień.

GRUPA KAZEINY.

Przeciętne mleko krowie zawiera około 3% kazeiny w stanie zawieszonym, lub koloidalnym. Dla otrzymania surowca plastycznego poddaje się kazeinę zakwaszeniu. Dostarczane w postaci arkuszy, prętów i rurek.

PORÓWNANIE WŁASNOŚCI CZĘŚCIEJ STOSOWANYCH MATERIAŁÓW PLASTYCZNYCH.

Materiał	Wypełniacz lub stan	Ciśnienie przy formowaniu ciśnieniowym kg/cm²	Temperatura przy formowaniu ciśnieniowym °C	Ciśnienie przy formowaniu wtryskowym kg/cm²	Temperatura przy formowaniu wtryskowym °C	Skurcz przy formowaniu %	Spółczynnik objętościowy 5)	Wytrzymałość na rozerw. kg/cm²	Wytrzymałość na ściskanie kg/cm²	Wydłużenie %	Twardość w skali Rockwell'a	Rozszerzalność cieplna 1)	Punkt zniekształcenia °C	Stała dielektryczna 60 cykli	Zakres barw 2)	Własn. optyczne 3)	Obrabialność 4)
TERMO-ZESTALANE																	
Fenol-formaldehyd	mączka drzewn.	175-315	135-205	210-1050	-15 do-8	0,4-1	2-6	4,9-7	17,5-24,5	0,5-0,9	120-130 M	3-4	150	7-9	O	N	Sr
warstwowany	papier	105-210	135-190	......	......	......	2-3,5	5,6-14	14-26,6	......	80-125 M	1,6-2,4	150-160	......	O	N	D
odlew	bez wypeł.	......	......	......	......	......	......	6,2-7,35	14-18,2	......	60-75 M	7-11	65-75	7-8	NO	P-S-N	Bd
Fenol-furfuvol	mączka drzewn.	70-350	160-205	35-630	- 17.5 do - 13	0,5-0,9	2,75	4,2-6,3	18,9-25,9	0,2-0,4	65-80 B	3,5	135	6-9	O	N	Sr
Zw. melaminowe	celuloza	105-385	140-175	......	......	0,8-1,4	2,5	5,95-9,8	18,2-25,9	......	90-110 M	0,5	200	9-10	NO	P	Nz
Zw. mocznikowe	celuloza	105-385	145-165	......	......	0,5-1	2,75	5,6-9,1	17,5-22,4	......	100-125 M	2,75	120-140	7-8	Pa	S-N	Nz
Wulkanizowana fibra	......	......	......	......	......	......	......	4,2-8	14-23,1	......	80-90 M	......	......	......	O	N	D
Warstwowana lignina	......	70-175	140-190	......	......	......	2-3	5,6-8,4	17,5-22,4	......	100-110 M	2,25	......	......	O	S-N	D
TERMO-PLASTYCZNE																	
Octan celulozy	żywica	70-350	120-175	700-2100	175-230	0,2-0,9	2,5	2,1-6,3	4,2-19,6	5-45	75-125 R	7-15	55-105	3,5-7	NO	P-S-N	D
Octano-maślan celulozy	"	140-350	120-160	700-2100	170-210	0,2-0,9	2,5	2,1-5,25	4,90-17,5	40-90	60-120 R	10-16	50-90	3,5-7	NO	P-S-N	D
Etyloceluloza	"	70-350	120-190	700-2100	175-230	0,2-1	2	2,1-6,3	6,30-15,4	10-100	30-110 R	9-14	50-100	3-5	NO	P-S-N	D
Azotan celulozy	......	140-350	75-115	......	......	......	......	2,8-7	14-21	30-40	100-130 R	5-12	50-75	6-8	NO	P-S-N	D
Polistyren	żywica	105-315	140-170	735-2450	190-245	0,2-0,8	2,2	4,2-4,9	8,40-10,5	2-4	80-95 M	5-8	75	2-5	NO	P-S-N	Nz
Polietylen	"	35-85	120-165	350-1400	160-220	3-6	3,5	1,25-2,45	7,70-10,5	60-500	30-35 R	60-120	80	2,25	NO	S-N	D
Nylon	"	......	......	210-700	245-300	0,4-1,2	2,5	6,65-7,7	9,80-11,9	40-60	80-90 M	8-12	160	4	NO	S-N	Bd
Metakylan metylowy	"	70-175	135-190	700-2450	160-245	0,1-0,6	2	3,5-7,7	7-11,2	2-14	60-120 M	8-10	75-90	3,5	NO	P	Bd
" "	odlew	......	......	......	......	......	......	4,2-8,4	7,7-9,8	2-14	110 M	7-9	80	3,5	NO	P	D
Octanchloro-winylowy	sztywny	105-175	136-160	1050-2450	135-160	0,2	2	4,9-7	......	......	30-60 M	6-8	65	3,5	NO	P-N	D
Chlorek winylowy	......	35-85	140-180	1400-1750	150-190	0,8-1,6	1,5	1,05-5,95	2,8-4,2	10-500	30-50 M	4-7	105	7-11	NO	P-N	Nz
Chlorek winylidenu	......	70-280	105-175	700-1890	135-205	0,4-1,4	2,2	3,15-5,6	5,6-6,3	15-45	50-70 M	15-18	80	3-5	Sz	S-N	D
Winylo aldchyd mas.	sztywny	70-175	135-160	......	......	0,5-1,5	1,5	3,5-6,3	6,3-9,8	10-50	40-60 M	10-20	60	3,5	NO	P-N	D

UWAGI: Podane cyfry należy uważać w większości wypadków za przybliżone; zależne są one od wielkości przedmiotu, jego kształtu, oraz - od składu materiału.

1) Rozszerzalność cieplna - 10-5 na °C
2) Zakres barw: NO - nieograniczony; Sz - szeroki; O - ograniczony; Pa - barwy pastelowe
3) Własności optyczne: P - przezroczysty; S - przeświecający; N - nieprzezroczysty
4) Obrabialność maszynowa: Bd - bardzo dobra; D - dobra; Sr - średnia; Nz - nieźła.
5) Stosunek objętości surowca do objętości przedmiotu sformowanego.

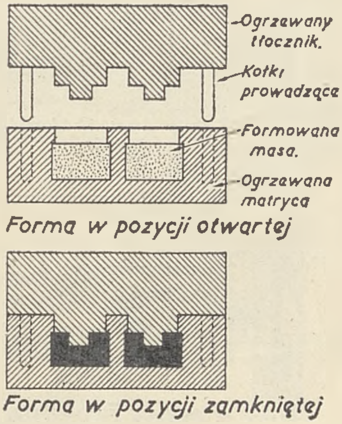
FORMOWANIE
ZASADNICZE METODY I STOSOWANE URZĄDZENIA

Formowanie pod ciśnieniem (rys. 1).

Najstarszą metodą produkcji gotowych przedmiotów ze sproszkowanego materiału plastycznego, jest ,,formowanie pod ciśnieniem''. Metodę tę stosuje się prawie wyłącznie przy formowaniu plastyków termo-zestalanych. Różni się ona od innych metod tym, że materiał plastyczny umieszczany jest bezpośrednio we wgłębieniu formy i jest poddawany w niej działaniu ciśnienia i temperatury, aż do ukończenia procesu zestalania. Podczas tego procesu zachodzą reakcje chemiczne, polegające na polimeryzacji cząsteczek. W wyniku tego, materiał, posiadający początkowo konsystencję plastyczną, zestala się, przybierając kształt gotowego przedmiotu.

Często, w celu przyśpieszenia operacji formowania, proszek prasowany jest w tabletki, lub we wstępny kształt przedmiotu. Skraca to czas ładowania formy, oraz umożliwia dokładniejsze odmierzenie ilości potrzebnego materiału. Można uzyskać dalsze przyśpieszenie procesu, przez zastosowanie podgrzewania kształtu wstępnego, za pomocą prądów elektrycznych o wysokiej częstotliwości, za pomocą promieni podczerwonych, lub też pieców grzewczych.

Do formowania pod ciśnieniem stosowane są trzy zasadnicze odmiany form. Jedną z nich jest forma ręczna, która jest otwierana, rozładowywana, ładowana i zamykana ręcznie, a następnie umieszczana jest między ogrzewane płyty prasy. Jest to najprostszy typ formy, stosowany dla wykonywania formowań próbnych, lub też do produkcji niewielkiej ilości przedmiotów, gdy użycie form kosztownych nie opłaca się. Formy półautomatyczne umocowane są do płyt prasy, posiadają wbudowane grzejniki, zaś otwieranie i zamykanie formy, oraz usuwanie z niej przedmiotu odbywa się automatycznie. Formy automatyczne umieszczone są w automatycznych prasach, wyposażonych w samoczynną regulację cyklu produkcji, oraz w urządzenia do samoczynnego ładowania i rozładowywania formy. Stosowane są do szybkiej, masowej produkcji przedmiotów, o niezbyt skomplikowanym kształcie; dają przedmioty o jednolitej jakości, przy małej ilości ,,braków''.



Rys. 1. *Formowanie pod ciśnieniem.*

Sposoby formowania pod ciśnieniem.

W zależności od stosowanego sposobu formowania, w użyciu są trzy różne typy form (patrz rys. 2). Najprostszym typem formy jest forma otwarta. We wgłębieniu formy umieszcza się materiał w nadmiarze. Nadmiar ten pod naciskiem tłocznika wypływa nazewnątrz formy, tworząc ,,rąbek'', który musi być następnie oddzielony od gotowego przedmiotu. Zaletami tego sposobu są: niski koszt wykonania formy, prostota obsługi, oraz brak potrzeby dokładnego odmierzania ilości materiału. Jednak przy tym sposobie formowania trudno jest utrzymać dokładność wymiarów formowanego przedmiotu, oraz jednolitą gęstość materiału.

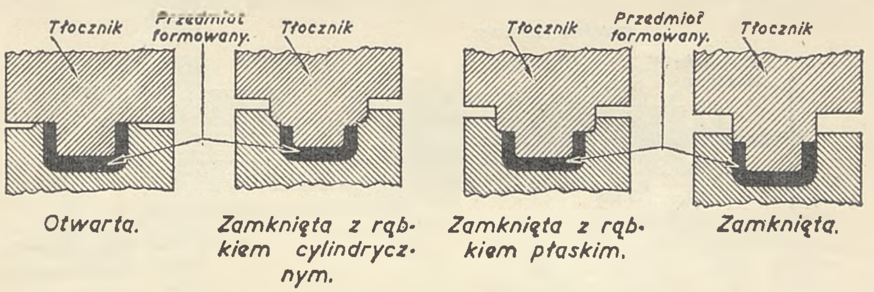
Forma zamknięta zbudowana jest w ten sposób, że tłocznik zamyka całkowicie wgłębienie formy, zanim zacznie tłoczyć materiał. Nadmiar materiału nie mógłby odpłynąć nazewnątrz, to też konieczny jest bardzo dokładny wsad. Ten sposób formowania daje przedmioty o dokładnych wymiarach i o jednolitej gęstości materiału.

Trzecim typem formy jest ,,forma zamknięta z rąbkiem''. Jest to typ pośredni pomiędzy poprzednimi dwoma typami. Na gotowym przedmiocie zostaje utworzony mały rąbek, łatwy do usunięcia. Dokładność wykonania przedmiotów oraz jednolitość gęstości materiału jest większa niż przy pierwszym sposobie formowania, jednak mniejsza niż przy drugim.

Czynniki, wpływające na przebieg procesu formowania.

Na przebieg procesu formowania przedmiotów z mas plastycznych termo-zestalanych, wpływają trzy czynniki: temperatura, ciśnienie i czas. Gdy temperatura jest zbyt niska, materiał nie zostaje dostatecznie upłynniony; pociąga to za sobą konieczność stosowania wyższego ciśnienia oraz dłuższego czasu zestalania masy. Gdy temperatura jest zbyt wysoka, proces zestalania przebiega za szybko; zewnętrzne warstwy przedmiotu zostają zestalone, przed dostatecznym uformowaniem warstw wewnętrznych. Wstępne podgrzanie masy do odpowiedniej dla niej temperatury, skraca czas formowania i daje przedmioty o większej trwałości.

Stosowanie ciśnienia ma na celu dobre związanie materiału plastycznego z wypełniaczem, dokładne wypełnienie formy, oraz zapobieganie porowatości materiału. Nadmiernie wysokie ciśnienie, stosowane w celu połączenia ze sobą nierównomiernie ogrzanych warstw materiału, nie może być tak skuteczne, jak ciśnienie niższe, lecz stosowane przy dobrym upłynnieniu materiału. Zastosowanie ciśnienia we właściwym czasie, oraz odpowiednie podgrzanie materiału, skraca czas procesu formowania. Przy zastosowaniu wstępnego podgrzewania, wymagane ciśnienie może być o



Rys. 2. *Typy form do formowania pod ciśnieniem.*

około 50% niższe, niż przy formowaniu bez wstępnego podgrzewania.

Prasy używane do tego rodzaju formowania, dzielą się na różne typy zależnie od:

O b s ł u g i — formowanie ręczne *), obsługa ręczna, półautomatyczne, automatyczne.

K o n s t r u k c j i — o pojedyńczym lub wielokrotnym stole i suporcie, z suportami bocznymi.

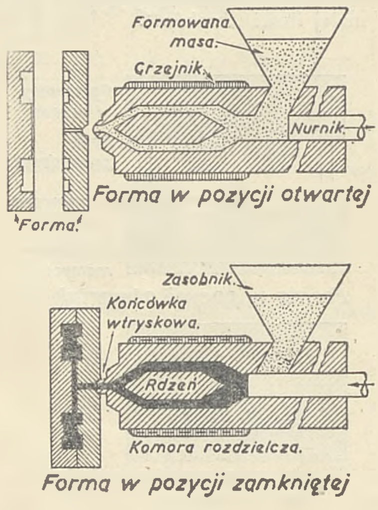
N a p ę d u — hydrauliczne, posiadające własną pompę i zbiornik; hydrauliczne, pracujące w bateriach ze wspólnej pompy i zbiornika, hydrauliczno mechaniczne.

Formowanie wtryskowe (rys. 3).

Formowanie wtryskowe polega na podgrzaniu masy termoplastycznej do stanu płynnego w specjalnej komorze grzewczej, a następnie przetłoczeniu jej przy pomocy nurnika, poprzez odpowiednie kanały do zamkniętej formy, w której zostaje chłodzona, wskutek czego zestala się. W czasie gdy masa krzepnie w formie, następny wsad podgrzewany jest w komorze grzewczej. Zaletami tej metody są szybka produkcja i niski koszt robocizny.

Wewnątrz komory grzewczej umieszczony jest rdzeń, powodujący rozdział strumienia przepływającego materiału, ułatwiając przez to równomierność podgrzewania. Ze względu na stosowanie wysokich temperatur pracy (do 290°C), pożądane jest posiadanie zapasowych grzejników. Komora grzewcza ogrzewana jest zwykle przy pomocy regulowanych termostatycznie grzejników elektrycznych, lub też za pomocą obiegu gorącego oleju, albo innego płynu przenoszącego ciepło.

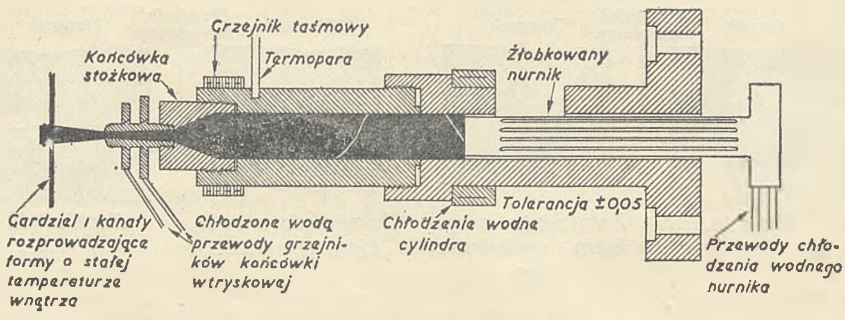
Wtrysk materiału do formy musi odbywać się z taką szybkością, aby forma została całkowicie napełniona, zanim materiał zacznie krzepnąć w zetknięciu z chłodniejszymi ściankami formy. Częściowe krzepnięcie na powierzchni, przed całkowitym wypełnieniem formy, pozostawia na gotowym przedmiocie ślady płynięcia materiału, oraz wywołuje wewnętrzne naprężenia w materiale; powoduje to łatwość paczenia się gotowego przedmiotu przy zmiennych warunkach atmosferycznych. Zasilanie świeżym materiałem, przy każdym skoku nurnika, odbywa się zwykle samoczynnie, pod własnym ciśnieniem materiału. Działanie form wtryskowych jest zwykle zautomatyzowane. Ilość wyjmowanych części formy ograniczana jest do minimum, w celu umożliwienia pracy maszyny z maksymalną szybkością. Przy masowej produkcji opłaca się to, nawet w wypadku, gdyby koszt wykonania formy miał być wyższy. Prasy, służące do formowania wtryskowego są zwykle wyposażone w hydrauliczne, lub suwakowe zamknięcia form. Zamknięcia te zapewniają łatwe założenie formy oraz szczelne jej zamknięcie. Zastosowanie zacisku kolanowego, posiadającego stały skok, a dającego się regulować w różne położenia, umożliwia stosowanie form o różnych wymiarach. Operacja formowania może być znacznie przyśpieszana, gdy zacisk ten jest poruszany za pomocą szybko działającego tłoka. Oba te typy zamknięcia formy są bardzo pewne i przy właściwie wykonanej i dopasowanej formie, powstawanie rąbka, na skutek niedomknięcia, zdarza się rzadko.



Rys. 3. *Formowanie wtryskowe.*

Stosowane ciśnienia hydrauliczne w prasach wtryskowych waha się zwykle w granicach od 850 do 1800 kg/cm kw. Wymagane ciśnienie zależy od gatunku masy plastycznej, jej płynności, wielkości formy, oraz od poprzecznych przekrojów kanałów doprowadzających i rozprowadzających. Wszystkie używane prasy posiadają możność stosowania zmiennych ciśnień.

Normalne prasy, używane do formowania wtryskowego, zostały, po niewielkich przeróbkach, przystosowane również do wtryskowego formowania mas termo-zestalanych. Temperatura grzejnika utrzymywana jest na wysokości około 95°C, zaś ciepło, potrzebne do spolimeryzowania materiału termo-zestalanego, dostarczane jest przez elektrody, umieszczone zewnątrz końcówki wtryskowej. Ogrzewanie końcówki jest dokładnie regulowane, a z chwilą wypełnienia formy następuje natychmiast chłodzenie końcówki, aby zapobiec zestalaniu się w niej masy, przeznaczonej dla następnego wtrysku. Temperatura formy wynosi ok. 165°C. Konieczna jest bardzo dokładna regulacja ilości ciepła, dostarczanego do komory grzewczej i do formy, oraz ogrzewania i chłodzenia końcówki, gdyż zestalenie się masy w kanale doprowadzającym formy lub w końcówce zatrzymałoby produkcję.



Rys. 4. *Formowanie wtryskowe materiałów termozestalanych. Ogrzewanie i chłodzenie końcówki wtryskowej*

---

*) *Uwaga tłumacza: w użyciu są prasy o napędzie ręcznym (śrubowe lub kolankowe) — formowanie ręczne rozumie się jako formowanie w formach ręcznych na prasie o napędzie ręcznym.*

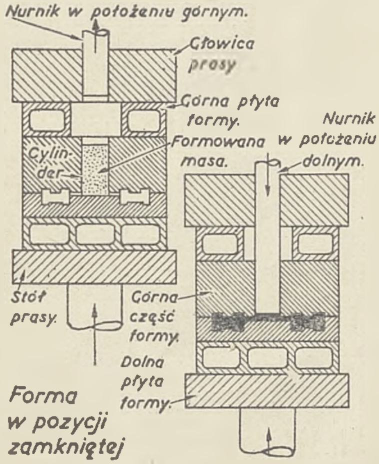
Formowanie przez wtłaczanie (transfer molding) rys. 5.

Ten sposób formowania posiada niektóre cechy obu poprzednich metod tj. formowania pod ciśnieniem jak i formowania wtryskowego. Może być nawet uważany za formowanie wtryskowe mas termo-zestalanych. Największą zaletą tej metody jest to, że umożliwia ona wykonywanie przedmiotów, których kształt posiada delikatne i skomplikowane wgłębienia. Kształty takie wymagają, aby forma posiadała wystające części, lub długie, cienkie rdzenie, które ulegałyby złamaniu lub odkształceniu przez nierównomierne naciski, powstające podczas zamykania form przy formowaniu pod ciśnieniem.

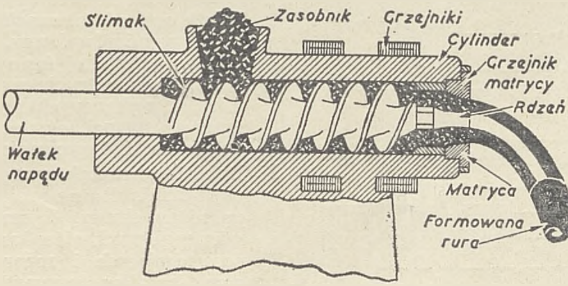
Wsad doprowadzany jest do stanu plastycznego przez wstępne poddawanie go działaniu ciśnienia i temperatury w specjalnej komorze, która może stanowić całość z formą właściwą lub też część oddzielną. Następnie masa zostaje przetłoczona poprzez kanały doprowadzające i rozprowadzające do zamkniętej przestrzeni formy, w której utrzymywana jest podwyższona temperatura i ciśnienie przez okres potrzebny do zestalenia masy.

Prasy, stosowane do tego rodzaju formowania, podobne są do normalnych pras, używanych do formowania pod ciśnieniem, z tym, że wyposażone są one dodatkowo w cylinder hydrauliczny i suwak, zamontowany na głowicy prasy. Środkowy otwór przelotowy, znajdujący się w górnej płycie formy, pozwala na umieszczenie wstępne uformowanego wsadu w cylindrze formy.

Stół prasy przesuwany jest ku górze, przez co następuje ściskanie przez nurnik masy plastycznej, znajdującej się w cylindrze. Masa, ogrzewana przez ściany cylindra, upłynnia się, po czym zostaje przetłoczona przez nurnik do zamkniętych form, w których pozostaje pod działaniem ciśnienia i temperatury aż do ukończenia zestalania. Po skończeniu okresu formowania stół prasy zostaje obniżony, a „wlewek" odrywa się w miejscu jego styku z uformowanym przedmiotem. Podcięcie, wykonane w nurniku, wyciąga wlewek. Następnie forma zostaje otwarta, a uformowany przedmiot jest usuwany przy pomocy wypychaczy, lub płyty zdzierakowej.



Rys. 5. *Formowanie przez wtłaczanie.*

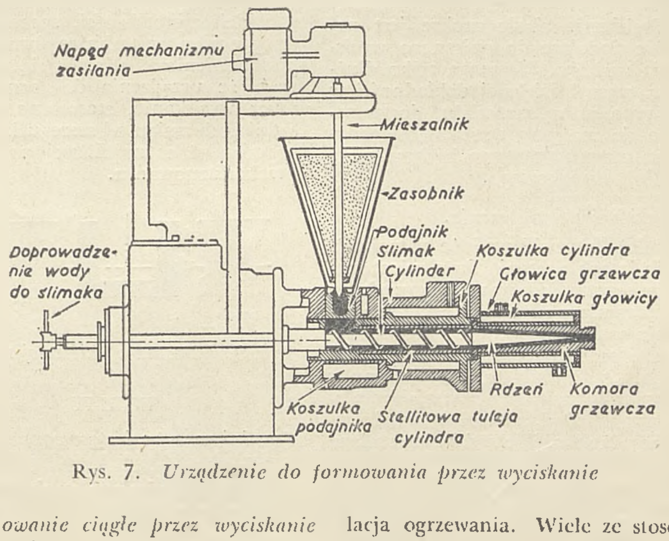


Rys. 6. *Formowanie ciągłe przez wyciskanie.*

Formowanie ciągłe przez wyciskanie rys. 6 - 7.

Maszyna, służąca do ciągłego formowania mas termo-plastycznych przez wyciskanie, składa się z trzech zasadniczych części: zasobnika z podajnikiem, cylindra ze ślimakiem, oraz formy przelotowej. Masa termoplastyczna podawana jest samoczynnie do poziomego cylindra, wzdłuż którego jest przesuwana i ściskana przez obracający się ślimak i wyciskana poprzez ogrzewaną formę przelotową. Poza formą ukształtowana masa odbierana jest przez transporter, lub inne urządzenie odbiorcze. Ślimak obraca się zwykle z szybkością 10 - 40 obrotów na minutę. Stosowana szybkość zależy od rodzaju przerabianej masy plastycznej, stopnia jej płynności, oraz od wielkości poprzecznego przekroju przedmiotu. Do napędu urządzenia służy dwuzwojowy ślimak o zmiennym skoku, napędzany przez silnik o regulowanej ilości obrotów. Zespół ten jest bardzo elastycznym środkiem napędowym. Ślimak, umieszczony w cylindrze, posiada skok zmniejszający się w kierunku przesuwania materiału, co powoduje ściskanie masy plastycznej. Ślimak może być wydrążony i wewnątrz niego może znajdować się grzejnik wodny, parowy, olejowy lub elektryczny. Ślimak bywa wykonywany z wysoko gatunkowej stali, ze stali chromowanej powierzchniowo, lub też ze specjalnych stopów. Dobór materiału zależy od rodzaju przerabianej masy plastycznej i jej skłonności do działania chemicznego na metal, w warunkach temperatury i ciśnienia.

Rzeczą nadzwyczaj ważną, przy wyciskaniu każdego rodzaju masy plastycznej, jest bardzo dokładna regulacja ogrzewania. Wiele ze stosowanych maszyn posiada niezależne i indywidualnie regulowane elementy grzejne dla cylindra, końcówki i for-



Rys. 7. *Urządzenie do formowania przez wyciskanie*

my przelotowej. Jako przykład rozkładu temperatur mogą posłużyć następujące dane: temperatura cylindra przy podajniku 65 85°C, temperatura końcówki 115 - 130°C, temperatura formy 155 - 165°C. Jeśli temperatura ślimaka jest zbyt wysoka, proces formowania nie zostaje dostatecznie ukończony, a część wyciśnięta, niedostatecznie ostudzona, może ulegać odkształceniu.

Temperatura ślimaka utrzymywana jest zwykle taka sama jak dla końcówki, może jednak wzrosnąć, na skutek tarcia i nacisków. Wysoka temperatura końcówki daje lepsze wykończenie powierzchni przedmiotu.

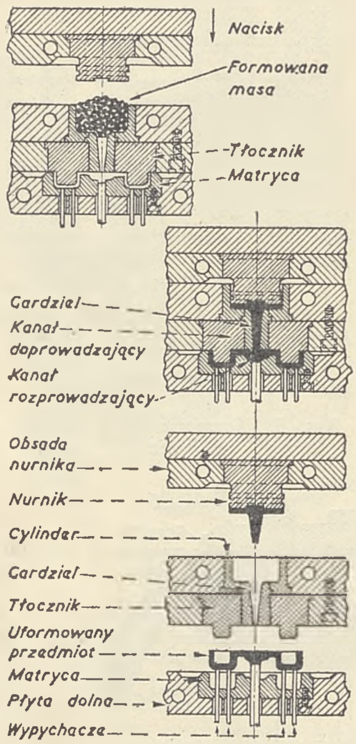
Rozwój transporterów i urządzeń odbiorczych umożliwił stosowanie tej metody formowania dla różnych mas plastycznych i otrzymywanie wyrobów sztywnych, giętkich, oraz wiotkich na podobieństwo nici. Przeważnie stosowane są pasy bez końca i szpule, poruszające się z nieco większą szybkością od szybkości wyciskania formowanego profilu. Urządzenia odbiorcze muszą posiadać dostateczną długość, aby zapewniły dostateczny czas, potrzebny dla ostygnięcia formowanego przedmiotu. W przeciwnym wypadku, profil może zostać łatwo odkształcony. Przedmioty formowane sztywne (pręty itp.) mogą być cięte na żądaną długość za pomocą noża, którego ruch jest zsynchronizowany z szybkością wyciskania. Niektóre z mas plastycznych wiotkich wyciskane są do zbiornika z wodą, z którego odprowadzane są za pomocą rolek. Urządzenia odbiorcze posiadają regulację szybkości w szerokich granicach, co zapewnia elastyczność ich działania.

Wyciskanie ciągłe mokre jest zupełnie podobne do opisanego wyciskania suchego. Wymaga tylko dłuższego czasu i większej dokładności w przygotowaniu materiału, dostarczanego do maszyny wyciskającej. Używane maszyny są typu hydraulicznego, lub ślimakowego.

Przewidywane ulepszenia.

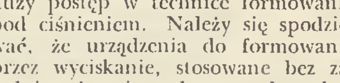
Należy przewidywać że w najbliższych latach nastąpią duże udoskonalenia konstrukcji pras, używanych do formowania pod ciśnieniem i formowania wtryskowego, jak również maszyn, stosowanych do ciągłego wyciskania. Spowoduje to duże zmiany w technice formowania materiałów plastycznych. Podczas wojny zostały zahamowane wszelkie radykalne zmiany konstrukcyjne .z powodu braku nowych urządzeń oraz z powodu konieczności maksymalnego wyzyskania istniejącej aparatury dla produkcji bieżącej.

Przede wszystkim zostaną ulepszone urządzenia grzewcze pras wtryskowych; jedna z wytwórni pras przeprowadziła już zasadnicze zmiany w rozwiązaniu komory grzewczej. Ulepszenie urządzeń grzewczych skróci czas operacji, obniży wymagane ciśnienia i koszt aparatury. Wstępne podgrzewanie, przy pomocy prądów o



Rys. 8. *Forma do formowania przez wtłaczanie.*

wysokiej częstotliwości, spowodowało duży postęp w technice formowania pod ciśnieniem. Należy się spodziewać, że urządzenia do formowania przez wyciskanie, stosowane bez zasadniczych zmian od szeregu lat, ulegną również w najbliższej przyszłości przekonstruowaniu.



Rys. 9. *Forma o dzielonej matrycy.*

FORMY

Zasadnicze typy i stosowane materiały.

Jakość przedmiotu, wykonanego z masy plastycznej, jest całkowicie zależna od jakości użytej formy. Dlatego przykładana jest wielka waga do konstrukcji form i ich wykonania, oraz do zastosowania właściwych materiałów do wyrobu form. Zanim przystąpi się do konstrukcji formy, należy zebrać następujące dane:

A) Model, lub rysunek przedmiotu który ma być formowany; najlepiej jest rozporządzać zarówno modelem jak i rysunkiem. Często małe zmiany, dokonane w kształcie przedmiotu pozwalają na obniżenie kosztu wykonania formy, wpływają na większą trwałość formy i upraszczają obsługę jej na prasie.
B) Przewidywana wielkość produkcji formowanych przedmiotów.
C) Przewidywany sposób usuwania przedmiotu z formy (wypychacze, lub płyta zdzierająca).
D) Typ i konstrukcja maszyny na której będzie wykonywana produkcja.
E) W wypadku formowania pod ciśnieniem — powierzchnia płyt i cylindra hydraulicznego, oraz położenie osi nacisku.
F) Sposób umocowania formy do płyt prasy.
G) Dopuszczalna tolerancja wymiarów wykonywanego przedmiotu. Zależy ona od tolerancji w wykonaniu wymiarów formy, zużywalności materiału formy, różnic skurczu dla różnych seryj przedmiotów, wykonanych z tej samej masy plastycznej, oraz od stosowanej techniki forwowania.
H) Dokładna charakterystyka masy plastycznej. Różne masy posiadają różny skurcz, wymagają odmiennych przekrojów kanałów doprowadzających i rozprowadzających, kanałów grzewnych i chłodzących, oraz w różny sposób reagują na materiał form.

Typy form.

Zależnie do sposobów formowania, istnieją trzy zasadnicze typy form, służące do formowania pod ciśnieniem, przez wtłaczanie i wtryskowe. Niezależnie od tych trzech głównych typów, istnieją jeszcze różne odmiany form, przystosowane do przerobu różnych mas plastycznych, oraz do wymagań stawianych gotowemu przedmiotowi.

Poniżej podane są cechy charakterystyczne różnych rodzajów form.

Formy, służące do formowania pod ciśnieniem.

Masę plastyczną umieszcza się we wgłębieniu formy, podczas gdy forma jest otwarta. Przy zamykaniu formy tłocznik ciśnie na masę, powodując całkowite wypełnienie formy.

Formy używane do formowania przez wtłaczanie (rys. 8 i 12).

Posiadają wbudowane komory, niezależne od formy właściwej. W komorach tych następuje uplastycznianie masy, która następnie zostaje

wtłoczona do wgłębienia formy. Często to samo ciśnienie, które służy do przetłoczenia masy, utrzymuje jednocześnie formę w pozycji zamkniętej.

Odmianą tego typu form jest forma, służąca do wtłaczania ręcznego. Używana jest do formowania przedmiotów, których kształt wymaga podparcia z obu stron. Obie odmiany stosowane są do kształtowania przedmiotów z mas termo-zestalanych.

Formy stosowane do formowania wtryskowego.

Masa termo plastyczna upłynniona jest w komorze grzewczej, po czym przepływa przez kanał doprowadzający do wgłębienia formy. Części formy dzielonej dociskane są do siebie podczas wtrysku. Następnie odbywa się chłodzenie masy plastycznej. W zależności od wyposażenia pras, w których formy są umieszczane, oraz od sposobu obsługi, odróżnia się formy ręczne, półautomatyczne i automatyczne.

Niezależnie od powyższego podziału istnieją również odmiany form, które w zależności od ich cech konstrukcyjnych nazywamy formami otwartymi, zamkniętymi lub „zamkniętymi z rąbkiem". Opisane one były przy omawianiu formowania pod ciśnieniem

Istnieją również specjalne odmiany form, wykonywane w celu uproszczenia procesu formowania, obniżenia kosztów, lub mające służyć do produkcji z mas plastycznych przedmiotów o nowych zastosowaniach.

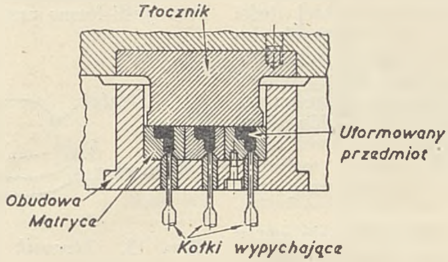
mały. Gdy forma zostanie nieco zużyta, można przez przeszlifowanie płaszczyzn styku matrycy i wpuszczenie jej głębiej do obudowy, uzyskać wymiary przedmiotu, zawarte w granicach przepisanych tolerancyj.

Formy z wyjmowanymi wkładkami.

Przy wyrobie przedmiotów, w których mają być formowane gwinty, wskazane jest użycie form z wyjmowanymi wkładkami. Wkładka taka wyjmowana jest z formy razem z przedmiotem, a następnie odkręcana z niego i umieszczana z powrotem w odpowiednim gniazdku formy.

Sposób ten stosowany jest przy formowaniu pod ciśnieniem, jak i przy formowaniu wtryskowym. Szczególnie często stosowany jest przy użyciu form wielokrotnych, kształtujących jednocześnie kilka, lub kilkanaście przedmiotów.

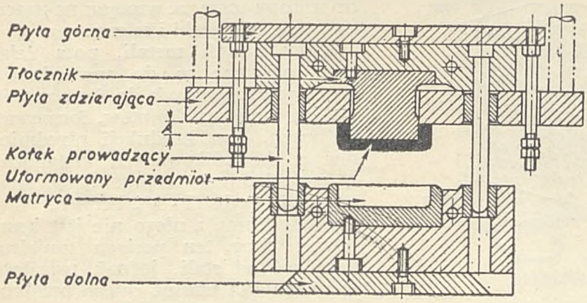
bienie do ładowania, oraz kilka, lub kilkanaście wgłębień formujących. Wielkość wsadu musi być tak obliczona, aby masa plastyczna wypełniła wszystkie wgłębienia formujące, a ponadto aby istniał pewien nadmiar masy, dla wytworzenia cienkiego rąbka, łączącego ze sobą wszystkie formowane przedmioty. Po skończeniu formowania, cała grupa przedmiotów może być wyjęta w całości z formy, dzięki łączącemu rąbkowi, po czym rąbek jest odcinany na specjalnym narzędziu, umieszczonym na prasie.



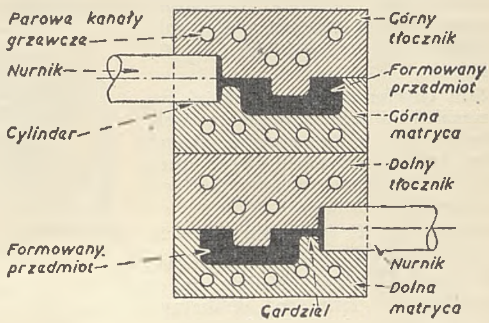
Rys. 11. *Forma wielokrotna.*

Znormalizowane obudowy form.

Często stosowane są znormalizowane obudowy form właściwych. Obudowy takie wyposażone są w szereg urządzeń (komory grzewcze, kanały chłodzące i doprowadzające). Zmniejsza to ilość części właściwej formy i obniża koszt jej wykonania.



Rys. 10. *Forma z płytą zdzierającą.*



Rys. 12. *Forma wielokrotna do formowania przez wtłaczanie.*

Niektóre z takich specjalnych form opisane są poniżej:

Formy o dzielonej matrycy (rys. 9).

Przedmioty, których kształt posiada boczne podcięcia, wgłębienia lub otwory, formowane są przy użyciu dzielonej matrycy. Matryca posiada zbieżne zewnętrzne ściany i wsunięta jest w zbieżny otwór obudowy. Uzyskuje się przez to dokładny styk obu części matrycy, a powstający w miejscu przedziału rąbek jest bardzo

Formy z płytą zdzierającą (rys. 10).

Formy tego rodzaju używane są dla formowania przedmiotów cienkościennych, gdzie użycie wypychaczy mogłoby spowodować przebicie ścianki. Płyta zdzierająca zdziera przedmiot z tłocznika.

Formy wielokrotne (rys. 11).

Dla formowania pod ciśnieniem drobnych części, budowane są formy, które posiadają jedno wspólne wgłę-

Materiały stosowane do wyrobu form:

Koszt stali lub stopu, użytego do wykonania formy, stanowi stosunkowo małą część całkowitego kosztu formy. Wybór właściwego materiału zapewnia dłuższy okres pracy formy, trwałość jej w warunkach dłuższego magazynowania, niezmienność wymiarów formy oraz obniża koszt jej konserwacji.

Następujące czynniki wpływają na wybór materiału:

Własności korozyjne masy plastycznej,

Wymagane ciśnienie formowania,

Wykończenie i wielkość formy,

Przewidywana wielkość produkcji,

Czas, w którym forma ma być magazynowana,

Dopuszczalny koszt formy, uwarunkowany wielkością i jakością produkcji.

Zwykła stal węglowa może być stosowana do wyrobu form, przeznaczonych do produkcji niewielkiej ilości przedmiotów, nie wymagających dokładnego wykonania. Częściej stosowane są stale stopowe, które po hartowaniu nie powinny posiadać na powierzchni nalotów lub śladów łuszczenia się, oraz powinny przez długi czas, w warunkach pracy, zachowywać dokładnie wypolerowaną powierzchnię.

Do wyrobu form nadaje się szereg gatunków stali stopowych, między innymi następujące:

Skład: 0,1%C; 0,5% Mg; 0,6% Cr; 1,25% Ni.

Stal ogólnego zastosowania, niskowęglowa. Nadaje się szczególnie do wyrobu form o wytłaczanych wgłębieniach, oraz do form przeznaczonych do masowej produkcji, wytrzymałych na odkształcenie.

Skład: 0,15% C; 0,5% Mg; 0,6% Cr; 1,25% Ni.

Stal ogólnego zastosowania, nadaje się do nawęglania. Przy stosowaniu tego gatunku stali, bardziej odpowiednia jest obróbka maszynowa wgłębień formy niż ich wytłaczanie.

Skład: 0,1% C; 0,4% Mg; 1,5% Cr; 3,5% Ni.

Stal chromo-niklowa o dużej wytrzymałości i odporności na zużycie. Stosowana jest do wyrobu dużych form, przeznaczonych do pracy przez długi okres czasu i przy wysokich ciśnieniach formowania.

Skład: 0,9% C; 1,6% Mg; 0,25% Si.

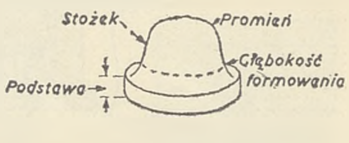
Wysokowęglowa stal narzędziowa, hartowana w oleju. Nadaje się do sporządzania form o delikatnym kształcie, oraz form do formowania wtryskowego, ze względu na odporność na odkształcenie pod dużym ciśnieniem.

Przy wyborze gatunku stali na formę, ważnym czynnikiem jest ostateczna twardość rdzenia i jednolita gęstość materiału. Mniejsze formy mogą być wykonywane z wyżarzonej, walcowanej stali prętowej, zaś formy większe wykonywane są z odkuwek.

Zużywalność formy zależy od ciśnienia, pod którym ona pracuje, od korozyjnych i ścierających własności masy plastycznej, od tego czy forma posiada delikatne występy, żeberka lub kołki, które mogą ulec złamaniu, wreszcie od konstrukcji samej formy i jej podatności na przypadkowe uszkodzenia w prasie.

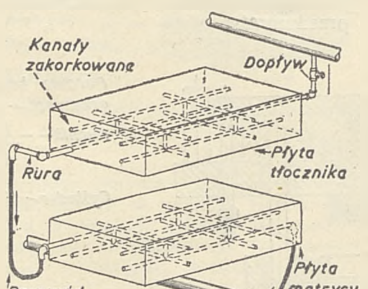
Jedną z najważniejszych własności, wymaganych od stali, przeznaczonej do wyrobu form, jest czystość. Z tego powodu najlepszymi są stale z pieców elektrycznych; odznaczają się one jednolitą gładkością wypolerowanych powierzchni.

Ściskanie gęstych mas plastycznych w formie, powoduje w niej duże naprężenia, dochodzące do 20 kg/mm kw. Jeśli forma pracująca w tych warunkach posiada kołki lub delikatne występy, stal, użyta do sporządzenia formy, powinna mieć wyjątkowo dużą wytrzymałość.



Rys. 13. *Tłocznik do wytłaczania formy na zimno.*

Stale wzrasta zastosowywanie stali nierdzewnych do wyrobu form. Powodem tego jest odporność tego gatunku stali na korozję, oraz duża wytrzymałość. Stale nierdzewne hartują się praktycznie bez rdzenia, a ich wytrzymałość na rozerwanie dochodzi do 130 kg/mm kw., lub jest nawet jeszcze wyższa. Największe zastosowanie mają stale nierdzewne do wykonywania form, stosowanych w formowaniu wtryskowym, gdyż duża ilość mas termoplastycznych posiada własności silnie korodujące. Szybki przebieg procesu i stosowanie wysokich ciśnień, sprzyjają prędkiemu zużywaniu się formy i powstawaniu wysokich naprężeń. Zastosowanie stali nierdzewnej znacznie przedłuża życie formy, pracującej w tych warunkach.



Rys. 15. *Ogrzewanie płyt prasy.*

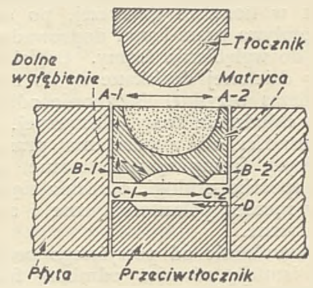
Do wyrobu form stosuje się głównie następujące gatunki stali nierdzewnych:

Gatunek 410 (skład: C—0,12% maks.; Cr—10 - 13,5%).

Gatunek 420 (skład: C—ponad 0,12%, Cr—12 - 14%).

Gatunek 440 (skład: C—ponad 0,12%, Cr—14 - 18%).

Z gatunku 440 wykonuje się formy od których wymagana jest znaczna twardość. Najczęściej stosowany jest gatunek 420. Gatunek 410 używany jest wówczas, gdy wymagane jest zachowanie bardzo dokładnych wymiarów formy, łatwiejsza obrabialność i niższy koszt.



Rys. 14. *Wytłaczanie formy na zimno.*

Doświadczenia z użyciem gatunków stali nierdzewnych łatwo-obrabialnych wykazały, że nie nadają się one do wyrobu form, ze względu na znaczną zawartość siarki i selenu.

Stopy innych metali, poza żelazem, używane są do sporządzania form, przeznaczonych do formowania małych seryj przedmiotów, formowań próbnych, oraz produkcji przedmiotów o skomplikowanych kształtach. Z powodzeniem używany jest stop miedzi i berylu (2 - 3% berylu). Wykonanie formy z niego nie jest kosztowne. Stop ten posiada mniejszą twardość od stali, jednak twardość jest jednolita wzdłuż całego przekroju. Im zawiera większy procent berylu, tym mniejsza jest odporność stopu na działanie wysokich temperatur. Dodatek innych metali podwyższa twardość stopu. Formy odlewane mogą być używane w nieco wyższych temperaturach od form odkuwanych.

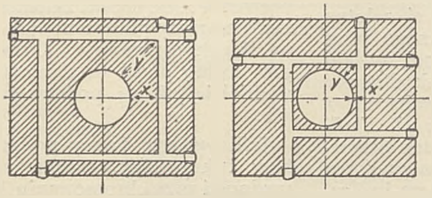
Wytłaczanie form na zimno (rys. 13 i 14.

Wykonywanie wgłębień w formach wielokrotnych odbywa się bardzo często przez wytłaczanie. Metoda ta zapewnia wykonanie tego samego kształtu wszystkich wgłębień, oraz upraszcza operacje obróbcze. Stosowanie tego sposobu jest szczególnie korzystne przy wykonywaniu form,

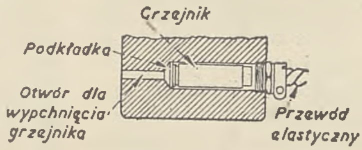
służących do formowania z mas plastycznych drobnych przedmiotów, przy ich masowej produkcji.

Tłoczniki (patrz rys. 13), używane do tej operacji, mogą posiadać różne kształty. Wskazanym jest unikanie ostrych krawędzi, naroży i podcięć, a stosowanie o ile tylko jest możliwe, zaokrągleń, maksymalnie dopuszczalnych zbieżności, oraz gładko wypolerowanej powierzchni.

Formowane płytki wykonywane są zwykle z wyżarzonej stali. Powierzchnie, stykające się z tłocznikiem dokładnie się poleruje. W płytkach, zwykle od ich spodu, wykonywuje się wyżłobienia, przeznaczone do pomieszczenia wytłoczonego materiału. Wyżłobienia obliczane są na pomieszczenie około 60% objętości materiału, który ma być przemieszczony przez tłoczenie.



Ryś. 16. *Parowe kanały grzewcze formy. Odległość X winna być większa od ½ y.*



Rys. 17. *Umieszczenie grzejnika elektrycznego w formie.*

Do polerowania powierzchni płytek używane są kolejno papiery ścierne Nr. 150, 220 i 440 (według numeracji amerykańskiej). Dalsze polerowanie odbywa się masą polerską, sporządzoną z proszku karborundowego Nr. 60-M i oleju maszynowego. Powierzchnia powinna być gładzona przez ścieranie, a nie zgniot. Przy używaniu płytek z miękkiej stali, należy uważać, aby materiał był ścierany, nie zaś odrywany od powierzchni; takie odrywanie uniemożliwiałoby dokładne wykończenie powierzchni.

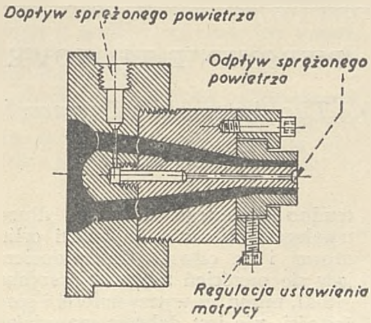
Przy wytłaczaniu naroży, lub występów na dnie wgłębienia, często zachodzą trudności w ich wykonaniu. Bardzo pomocnym jest w tym wypadku użycie od spodu płytki przeciwtłocznika, posiadającego odpowiednie występy, położone naprzeciw występów formowanych.

Wytłaczanie przeprowadzane jest zwykle z małą szybkością, jednak ostatnie doświadczenia wykazały, że zwiększenie szybkości do określonych granic, pozwala na uzyskanie głębszych wytłoczeń. Na przykład, w przeprowadzonych ostatnio doświadczeniach, przez podnoszenie nacisku roboczego z 90 do 125 ton w ciągu 45 sekund, zamiast 90 sekund, otrzymano wytłoczenia głębsze o 1,2 - 2,3 mm.

Stosowane ciśnienia wytłaczania wahają się w granicach 8000 - 30.000 kg/cm kw. Wytłaczanie może odbywać się w szeregu operacyj, przy czym może być stosowane między operacyjne wyżarzanie płytki. Wybranie części materiału od spodu płytki ułatwia przeprowadzenie operacji, oraz pozwala na uzyskanie głębszego wytłoczenia. Najczęściej używanym materiałem do smarowania tłocznika jest roztwór siarczanu miedzi. Również stosowany bywa do tego celu roztwór 300 gr siarczanu miedzi i 100 gr kwasu szczawiowego w litrze wody, lub roztwór 100 gr krystalicznego siarczanu miedzi w litrze wody, z dodatkiem amoniaku dla zneutralizowania roztworu. Tłocznik zanurzony jest w roztworze na przeciąg 5 sekund, w celu otrzymania dostatecznego pokrycia.

Ogrzewanie form (rys. 15).

Formy przeznaczone do formowania mas termozestalanych mogą być ogrzewane pośrednio przez płyty prasy, ogrzewane parą, lub też bezpośrednio, przez wykonanie w częściach formy kanałów grzewczych, ogrzewanych parą, gorącą wodą, lub grzejnikami elektrycznymi.



Rys. 18. *Formowanie rurek. Powietrze chłodzi wyciskany przedmiot.*

Oba te systemy, przy dobrym rozwiązaniu konstrukcyjnym, nadają się do ogrzewania wszelkich form, za wyjątkiem form bardzo dużych, wymagających ogrzewania bezpośredniego.

Przy ogrzewaniu pośrednim, ścianki formy muszą posiadać dostateczną grubość, aby zapewnić równomierny rozkład temperatur wewnątrz formy. Rozwiązanie ogrzewania zależy od wielkości formy i musi być przeprowadzane indywidualnie w każdym wypadku konstruowania formy. Niewłaściwie, z tego punktu widzenia, wykonana forma może być poprawiona, przez zastosowanie okładzin azbestowych.

Przy ogrzewaniu bezpośrednim, odległości kanałów grzewczych od wnętrza formy nie powinny być zbyt małe. Lepiej jest umieszczać kanały bliżej zewnętrznych powierzchni; zapewnia to równomierniejszy rozkład temperatur wewnątrz formy. Zgrubsza biorąc, najmniejsza odległość kanału od wnętrza formy nie powinna być mniejsza, niż połowa największej odległości kanału od wnętrza formy.

Dla ogrzewania form mogą być użyte grzejniki elektryczne, przy czym gniazda grzejników winny być rozmieszczone podobnie, jak kanały, przeznaczone do ogrzewania gorącą wodą, parą lub gorącym olejem. Grzejniki takie regulowane są termostatycznie, w celu utrzymania właściwej temperatury. Duże i długie grzejniki mogą posiadać indywidualną regulację.

Chłodzenie form oparte jest na tych samych zasadach co ogrzewanie, musi mieć zapewnioną możność dokładnej regulacji. Jako medium chłodzące stosuje się często sprężone powietrze, szczególnie dla form wtryskowych.

Formy, stosowane do ciągłego formowania przez wyciskanie.

Formy, stosowane do tego celu, za wyjątkiem używanych do formowania rur, składają się zwykle z przelotowej matrycy, osadzonej w oprawie. Matryca może być wykonana w całości lub może składać się z segmentów, co ułatwia jej wykonanie. Powinna być lekko wciśnięta w oprawę. Do sporządzenia matrycy najczęściej stosuje się stal narzędziową. Matryce, przeznaczone do formowania pewnych mas plastycznych jak np. chlorek wynylidenu, który rozkłada się podczas ogrzewania wobec żelaza, sporządzane są ze stopów niklowych, lub magnezowych. Matryce stalowe mogą być chromowane dla uzyskania większej odporności na ścieranie. Przed hartowaniem matryc, przeprowadza się zwykle próbę ich zadawalającego działania. Do wyrobu matryc stosowany jest również brąz.

W konstrukcji matrycy bardzo ważną rzeczą jest dobranie odpowiedniej długości oraz wykończenie tej części powierzchni, która ostatecznie formuje masę. Powierzchnia powinna być wypolerowana „na lustro". Długość jej powinna być tylko tak duża, aby zapewniała dostateczne ciśnienie przepływu, wykończenie przedmiotu i zapobiegała zbytniemu skurczowi. Gardziel matrycy nie może posiadać żadnych wgłębień, ostrych krawędzi a najlepiej jest, aby posiadała kształt „opływowy". Gdy zwężanie się gardzieli jest zbyt gwałtowne może to powodować przechwytywanie materiału, o ile zaś zwężanie odbywa się na zbyt długiej przestrzeni, utrudnia przepływ materiału i zwalnia produkcję. Powierzchnia przekroju wlotu gardzieli powinna być równa lub większa nie więcej jak o 25% od powierzchni przekroju kształtowanego przedmiotu. W celu zachowania równomiernego przepływu, oraz w celu otrzymania żądanego przekroju przedmiotu, zachodzi prawie zawsze konieczność poprawienia długości części formującej po próbnym formowaniu. Na przykład, w wypadku formowania paska o prostokątnym przekroju, stwierdzono podczas formowania próbnego, że pasek jest grubszy w środku niż na brzegach. Dla poprawienia tego błędu zmniejszono długość części formującej przy jej krawędziach; zmniejszyło to opór przepływu przy krawędziach profilu i zapewniło równomierną grubość całego przekroju. Podobnie, przy formowaniu kątownika równoramiennego o nierównej grubości półek, ta część matrycy która formuje cieńszą półkę, winna być krótsza. Matrycę zaopatruje się w oddzielny grzejnik np. paskowy pokryty azbestem, zapobiega to przyklejaniu się masy w początku formowania.

Długość części formującej zależna jest od wielkości poprzecznego przekroju przedmiotu, oraz od rodzaju masy plastycznej. Stosunek długości do grubości poprzecznej waha się w granicach od 2 : 1 do 16 : 1. Jeśli dla danego materiału i przewidzianego kształtu przedmiotu stosunek ten został raz ustalony, winien on być zachowany przy sporządzaniu nowych matryc.

Do formowania rur używane są dwa typy form: o pierścieniu stałym i o pierścieniu regulowanym. W pierwszym typie rdzeń formujący wewnętrzną średnicę rury umocowany jest na stałe do pierścienia, formującego średnicę zewnętrzną. Ten typ formy może być stosowany w wypadku gdy nie jest wymagana bardzo duża dokładność współśrodkowości średnicy zewnętrznej i wewnętrznej W wypadku konieczności zachowania dokładnych wymiarów, stosuje się drugi typ formy, w którym rdzeń jest nieruchomy, zaś pierścień formujący średnicę zewnętrzną może być nastawiany za pomocą śrub regulujących.

Chromowanie form.

Przez właściwe chromowanie wnętrza formy zachowuje się znacznie dłużej gładkość jej powierzchni. Chromowanie zapobiega również klejeniu się masy plastycznej do powierzchni formy, oraz zmianie koloru zarówno masy plastycznej jak i formy na skutek ogrzewania. Chroni również formę przed działaniem gazów, wydzielających się podczas formowania.

Jeśli wnętrze formy posiada ostre kąty i krawędzie, można napotkać trudności przy chromowaniu, z powodu odpryskiwania i łuszczenia się warstwy, nałożonej na krewędzie i narożniki.

Powierzchnie, które mają być chromowane, muszą być po obróbce termicznej dokładnie oczyszczone i wypolerowane. Wszelkie skazy, pozostawione na powierzchni, zostałyby uwidocznione na powierzchni chromu. Po chromowaniu forma winna być wygrzana w temperaturze 150°C dla utrwalenia warstwy chromu.

D.c.n.

PIERŚCIENIE TŁOKOWE

(D. M. Smith), „The Automobile Engineer", January, 1946.)*

Streścił N. J.

Pierścień tłokowy jest ciągle jeszcze jednym z najważniejszych elementów każdego silnika spalinowego Dobra praca i trwałość silnika zależy w dużej mierze od tego elementu, podlegającego działaniu ciepła, ciśnienia, korozji i ścierania.

Pierścień tłokowy służy zarówno do utrzymania ciśnienia w komorze spalania jak i niedopuszczenia do niej oleju z karteru silnika. Jeżeli pierścień ma spełnić te zadania, musi mieć odpowiednią konstrukcję i musi być wykonany z właściwego materiału.

Najbardziej pożądanym na pierścień byłby materiał posiadający wysoką wytrzymałość i sprężystość, zdolność do szybkiego dopasowania się pierścienia do gładzi cylindrowej oraz dużą odporność na zużycie. Jednak pierścień wykonany z materiału trudno ścieralnego wymaga długotrwałego docierania do gładzi cylindrowej i na odwrót, łatwo docierający się pierścień zużywa się szybko.

Stal, mimo jej wytrzymałości i sprężystości, nie jest dobrym materiałem na pierścienie tłokowe, ponieważ jest mało odporną na ścieranie, a ponadto nie zawsze zachowuje swoje zalety w temperaturze pracy silnika. Żeliwo szare jest bardziej odporne na ścieranie, ale jest mniej wytrzymałe.

Od początku istnienia silników spalinowych trwają studia nad znalezieniem lepszego materiału na pierścienie niż szare żeliwo. Dotychczas nie udało się jednak tego zadania rozwiązać, poprawiono jedynie wybitnie jego jakość przez udoskonalenie metod topienia i odlewania.

W Tabeli I. podane są składy chemiczne i własności mechaniczne trzech rodzajów żeliwa stopowego oraz zwykłego żeliwa szarego otrzymanego z pieca elektrycznego.

Przez zastosowanie dodatków stopowych i odpowiedniej obróbki cieplnej uzyskano wzrost wytrzymałości i współczynnika sprężystości żeliwa. Wypośrodkowanie pomiędzy wytrzymałością a odpornością na ścieranie pozostaje zadaniem nierozwiązanym, ponieważ zwiększenie wytrzymałości nie zawsze idzie w parze ze zwiększeniem odporności na ścieranie.

Osiągnięciem o wielkim znaczeniu było zastosowanie powlekania pierścieni tłokowych, co zwiększyło zdolność docierania się ich do gładzi cylindrowej. Pierścienie powleka się metalami takimi jak cyna, kadm, srebro, nikiel, miedź lub chrom, albo też powierzchnię pierścieni poddaje się działaniu pewnych procesów chemicznych.

W wojennej produkcji pierścieni tłokowych szeroko stosowano elektrolityczne cynowanie, które wywiera nadzwyczaj dodatni wpływ, zwłaszcza w okresie docierania silnika. Wynika

**) Odczyt wygłoszony w „Society of Automotive Engineers" U.S.A.*

to z tego, że cyna uszczelnia, smaruje i zabezpiecza przed korozją, zatarciem i wżerami. Chociaż cyna ma niski punkt topliwości, to jednak obecność jej na pierścieniu można stwierdzić po bardzo wielu godzinach pracy silnika. Ponadto po zużyciu się powłoki cynowej wymiary pierściania nie są zmienione.

Chromowanie daje powłokę twardą i prawie niezużywalną, i zwiększa trwałość pierścieni tłokowych o wiele setek godzin pracy w silnikach lotniczych, czołgowych i innych silnie obciążonych. Powierzchnie chromowane są odporne na korozję i ścieranie, a ponadto mają bardzo mały współczynnik tarcia, przez co są kilkakrotnie trwalsze. Chromowanie pierścieni zwiększa czas między naprawami od dwóch do czterech razy, przy ich pracy w warunkach normalnych, a ośm do dziesięciu razy przy pracy w nadzwyczaj trudnych warunkach, w porównaniu z pierścieniami nie chromowanymi.

Tabela I – Żeliwo na pierścienie tłokowe

	Electalloy No.1 /normalne/	Electalloy No.2 /wysokiej wytrzymałości/	Electalloy No.3 /wysokiej wytrzymałości/	Electalloy No.4
Węgiel żarzenia			2,80–3,20	3,75–3,25
Węgiel w postaci grafitu	2,95–3,20	2,70–3,20		
Węgiel związany	0,65–0,75	0,40–0,75	0,70–1,15	
Krzem	2,20–2,40	2,00–2,90	2,10–2,70	2,80 max
Siarka	0,065–0,075	0,10 max	0,10 max	0,10 max
Mangan	0,70–0,80	0,50–0,90	0,50–1,20	0,60–0,70
Fosfor	0,70–0,80	0,20–0,50	0,50 max	0,25–0,30
Nikiel		0,80–1,25		1,00
Molibden		0,90–1,75	0,60–1,20	0,80–0,90
Chrom		0,30–0,50	0,80–1,20	0,30
Aluminium			0,50 max	
Miedź	—	—	—	—
Wytrzymałość kg/mm2	32	42	49	35
Moduł sprężystości kg/mm²	9800	17600	17600	10500

Elektrolitycznie cynowane pierścienie tłokowe znalazły zastosowanie w silnikach lotniczych oraz w innych maszynach tłokowych, gdyż wykazują następujące zalety:

1) prawie natychmiastowe dotarcie się i uszczelnienie,
2) mniejsze niebezpieczeństwo zatarcia i długotrwałość,
3) większą odporność na działanie kwasów,
4) zmniejszenie tarcia, przez co pierścień swobodniej porusza się w rowku.

Do tego rodzaju powlekania nie znaleziono dotychczas materiału lepszego od cyny.

Chemiczne wytrawianie powierzchni pierścieni tłokowych również daje pewne korzyści. Zabezpiecza ono przed korozją, jednak nie polepsza ślizgowych właściwości powierzchni i nie zmniejsza ścierania się.

Spośród chemicznych zabiegów stosowana jest bonderyzacja, parkeryzacja i t.p. *)

*) *Przyp. tłum.: Parkeryzacja wytwarzanie na powierzchni żeliwnego lub stalowego przedmiotu powłoki zasadowego fosforanu żelazowego. Parkeryzację przeprowadza się (po odtłuszczeniu) przez jedno godzinne ogrzewanie w roztworze kwaśnego ortofosforanu manganowego lub żelazowego. Bonderyzacja — proces podobny do parkeryzacji lecz przeprowadzany w czasie 7 do 10 minut, wytwarza warstwę cieńszą.*

Pierścienie tłokowe chromowane elektrolitycznie nie mogą jednak współpracować z chromowaną gładzią cylindra, ani też z tulejami ze stali pewnych gatunków; ciężko się one dopasowują i dlatego muszą być honowane lub wytrawiane. Honowanie usuwa wszelkie nierówności powierzchni tak dalece, że przy sprawdzaniu na światło, pierścień przylega całą powierzchnią do gładzi cylindra. Trawienie powierzchni chromowanych powoduje osłabienie zewnętrznych warstw materiału, co ułatwia prędkie dotarcie się ich do gładzi cylindra. Stopień wytrawienia powierzchni chromowanej jest sprawą bardzo ważną, a można go określić tylko drogą prób praktycznych.

Pierścienie chromowane najlepiej wykazują swoje zalety pracując jako pierścienie górne tłoka, ponieważ tam działa na nie najwyższa temperatura i kwasy, jak również gromadzi się tam największa ilość twardych zanieczyszczeń. Chromowanie zabezpiecza przed szybkim ścieraniem się, nie tylko sam pierścień lecz i, do pewnego stopnia, gładź cylindrową i niżej położone pierścienie tłokowe. Dlatego przeważnie wystarcza jeden górny pierścień chromowany na każdym tłoku.

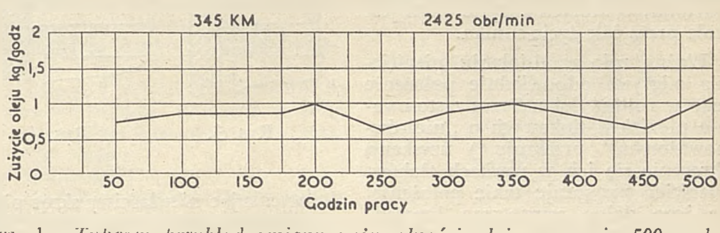
Pierścienie tłokowe chromowane są najpotrzebniejsze w silnikach bardzo obciążonych, jak silniki lotnicze, lub czołgowe. Poza tym tego rodzaju pierścienie tłokowe pożądane są w pojazdach przeznaczonych do długotrwałej pracy.

Zastosowanie w każdym cylindrze górnego pierścienia chromowanego wpływa na równomierność zużywania oleju przez silnik w czasie długiego okresu czasu, co pokazuje wykres na rys. 1.

Życie silnika przedłuża się o wiele setek godzin nie tylko przez dobór odpowiedniego materiału i traktowania powierzchni pierścieni tłokowych, lecz również przez ich odpowiednie położenie. Należy zwrócić uwagę, że bardzo drobne odchylenie od właściwego położenia pierścienia tłokowego może wybitnie przyśpieszyć zużycie silnika.

Są dwa rodzaje pierścieni tłokowych: uszczelniające i zbierające. Działanie pierścieni uszczelniających decyduje o utrzymaniu kompresji w silniku, a pierścienie zbierające regulują ilość oleju smarującego gładź cylindra. Nie jest pożądane, żeby ilość oleju na gładzi cylindra zależała od strat kompresji lub od przedmuchów do karteru. Jest rzeczą oczywistą, że pierścienie tłokowe bliższe komory spalania powinny przede wszystkim działać jako pierścienie uszczelniające, a bliższe karteru silnika — jako pierścienie zbierające.

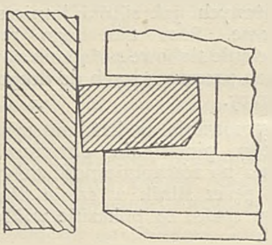
Straty kompresji lub przedmuchy do karteru, zmniejszają sprawność silnika, zwiększają zużycie paliwa



Rys. 1. *Typowy przykład zmiany zużywalności oleju w czasie 500 godzin pracy silnika w którym każdy tłok miał górny pierścień chromowany.*

i podnoszą temperaturę tłoków, pierścieni tłokowych i ścian cylindra. To z kolei powoduje częściowe lub całkowite przerwanie warstwy oleju na gładzi cylindra, wytwarzając tarcie na sucho, co jest początkiem wydatnego zużywania się części trących i zacierania się.

Przedmuchiwanie do karteru jest zawsze szkodliwe. Jeżeli występuje nawet w niedużym stopniu, to może powodować osłabienie smarowania cylindra, ponieważ gazy przedmuchiwane w kierunku karteru silnika powstrzymują ruch oleju ku głowicy silnika, co się objawia w zmniejszeniu zużycia oleju. Zjawisko to pro-



Rys. 2.

wadzi przeważnie do skrócenia życia silnika. Sprawność takiego silnika spada i wykazuje on nadmierne zużycie części, wżery i zatarcia.

Drugim zagadnieniem jest regulowanie ilości oleju, który w odpowiednich dawkach ma się dostać na pierścienie i gładź cylindra, żeby uzyskać dobre smarowanie.

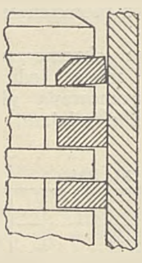
Nie jest pożądane początkowe bardzo małe zużycie oleju, które później nagle wzrasta. Jako idealne uważa się warunki, w których zużycie oleju jest stałe przez całe życie silnika.

Ważną rolę w działaniu pierścienia odgrywa odpowiednie położenie jego w rowku tłoka. Przez zastosowanie pierścieni tłokowych o ,,niezrównoważonym'' przekroju *) uzyskano skręcenie się ich w rowkach tłoków. Pierścień przyjmuje takie położenie, że jego dolna zewnętrzna krawędź przylega silnie do gładzi cylindra, górna powierzchnia pierścienia opiera się o górną krawędź rowka tłoka, a dolna wewnętrzna krawędź pierścienia naciska na dolną powierzchnię rowka. Pierścień taki nazywa się ,,pierścieniem skręconym'' (rys. 2). Pierścień skręcony musi pozostawać stale w jednym położeniu przez cały czas pracy, ponieważ tylko wtedy daje najlepsze uszczelnienie.

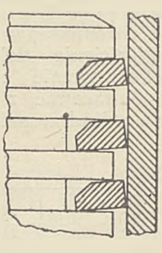
W silnikach małej mocy wystarczy jeden pierścień skręcony w górnym rowku tłoka, a pozostałe pierścienie typu zwykłego (rys. 3). W silnikach o dużej wydajności stosuje się dwa, trzy i więcej takich pierścieni na każdym tłoku (rys. 4), zależnie od wydajności silnika, konstrukcji tłoka, od obciążenia przenoszonego przez pierścienie, jak również od wymaganego stopnia utrzymania kompresji. Czynniki te najlepiej określić dla każdego silnika drogą prób.

Właściwy kierunek skręcenia pierścienia tłokowego uzyskuje się przez ścięcie górnej wewnętrznej lub dolnej zewnętrznej (rys. 2) krawędzi pierścienia, to pierwsze stosuje się najczęściej.

Przez skośne ścięcie czoła pierścienia otrzymuje się ostrą krawędź, która wywiera duży nacisk jednostkowy na gładź cylindra. Pierścień taki byłby bardzo dobry gdyby nie to, że zebranie materiału w górnej zewnętrznej krawędzi powoduje skręcanie się pierścienia w niepożądanym kierunku. Dla przeciwdziałania temu stosuje się ścięcie większej ilości materiału z górnej wewnętrznej krawędzi, co wywoła większe skręcenie się pierścienia w odpowiednim kierunku,



Rys. 3.

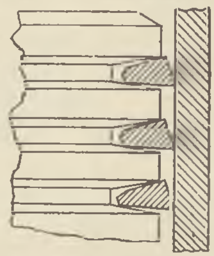


Rys. 4.

kompensując niewłaściwy skręt pierścienia na skutek ścięcia czoła. Pierścień z ściętym czołem, poza dobrym działaniem ostrej skrobiącej krawędzi, wykazuje skłonność do przepuszczania gazów i zwiększania przedmuchu. Pierścienie takie specjalnie korzystnie pracują jednak przy stożkowym wyrobieniu cylindra, ponieważ górna krawędź pierścienia nie przylega do gładzi cylindra i pierścień taki nawet wtedy ma odpowiednią krawędź skrobiącą. Przy tym typie pierścienia pożądany jest duży luz pomiędzy średnicą cylindra i tłoka. Na rys. 5 pokazane są pierścienie tłokowe ze ściętym czołem, stożkowym ścięciem tyłu i ściętą górną krawędzią; kształt taki poprawia uszczelnienie przed przedmuchem, zwiększa czas pracy pierścienia i przedłuża życie cylindra.

Dla wywołania skręcenia pierścienia, wycięcie można wykonać w kształcie rowka, ścięcia stożkowego lub ścięcia skośnego jak pokazano na rys. 6. Wielkość skręcenia pierścienia jest bardzo ważna.

Dla zabezpieczenia przed ,,zacinaniem się'' zwykłych pierścieni w rowkach tłoka, producenci dają duży luz pomiędzy wysokością rowka i pierścienia. Przy zastosowaniu pierścieni skręconych nie zachodzi obawa ,,zacinania się''.



Rys. 5.

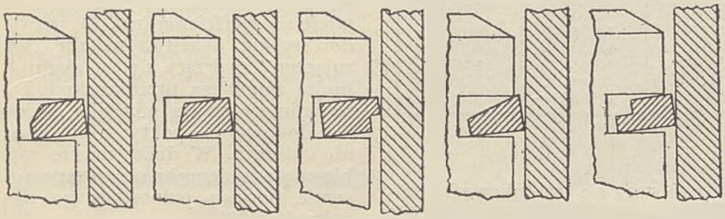
Z chwilą osiągnięcia dostatecznej szczelności, wyłania się drugie zagadnienie, a mianowicie regulowanie zużycia oleju, ponieważ usunięcie przedmuchu stwarza skłonność do zwiększania się zużycia. Pierścienie tłokowe zbierające muszą mieć taką konstrukcję, żeby dociskały do gładzi cylindra z dużą siłą przy dużym nacisku jednostkowym. Krawędź dociskana do gładzi cylindra musi zgarniać nadmiar oleju pozostawiając tylko warstwę potrzebną do smarowania. Nie jest zasadniczą sprawą jakiego rodzaju pierścieni używa się jako zbierających. Stosuje się pierścienie z przewierconymi otworami lub z kanałami wyfrezowanymi na bokach pierścienia, lub też pełne, lecz wtedy odpowiednie kanałki w tłoku odprowadzają nadmiar oleju. Stosuje się również skręcone pierścienie jako zbierające, lecz wtedy są one skręcone ,,do dołu'' (rys. 7). Ciśnienie panujące w karterze silnika działa na ten pierścień tak samo jak ciśnienie w komorze sprężania na pierścień uszczelniający w górnym rowku tłoka.

Kształt pierścieni skręconych nie zależy od szybkości tłoka, ani od wydajności silnika, jedynie dobiera się wielkość skręcenia. Pierścieni ,,niezrównoważonych'' ze ściętą dolną czołową krawędzią użyto po raz pierwszy jako pierścieni zbierających, przy czym osiągnięto bardzo dodatnie wyniki. Obecnie stosuje się przeważnie

*) *Przyp. tłum. Przez młotkowanie przy produkcji pierścieni tłokowych wywołuje się w nich naprężenia wewnętrzne. Z chwilą ścięcia części przekroju takiego pierścienia, nie zrównoważone naprężenia przekroju spowodują skręcenie (zwichrowanie) pierścienia. Jest to jeden z dwóch czynników wywołujących skręcanie.*

pierścienie skręcone o przekroju ściętym stożkowo do tyłu lub ze ściętą górną wewnętrzną krawędzią. Początkowo pierścienie takie były stosowane tylko w silnikach samochodowych, a podczas wojny używano ich również w większości amerykańskich silników lotniczych nowych oraz remontowanych. Ponadto służą one doskonale w wielu silnikach przemysłowych i stosowanie ich rozpowszechnia się z każdym dniem, obejmując urządzenia hydrauliczne, pompy i sprężarki.

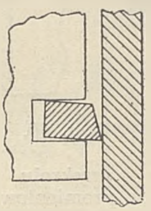
Pierścienie skręcone działają najwydatniej w górnym rowku tłoka, ponieważ ich praca jest tym lepsza, im



Rys. 6.

większe jest ciśnienie. W dolnym rowku pracują prawidłowo w pozycji odwróconej, o ile ciśnienie w karterze jest dostatecznie wysokie.

Niezależnie od wielkości obciążenia, jakości tworzywa i przygotowania powierzchni, uszczelnienie i re-



Rys. 7. *Zastosowanie skręconego pierścienia uszczelniającego jako pierścienia zbierającego.*

gulowanie zużycia oleju przez pierścienie skręcone jest z reguły lepsze od uzyskiwanych w wypadku stosowania pierścieni zwykłych.

Amerykańska firma Mc. Quay-Norris Mfg. Co. St. Louis. Mo. przeprowadziła wiele prób z pierścieniami tłokowymi skręconymi i ich powlekaniem. Wyniki prób wykazały zalety skręconych pierścieni tłokowych, które poprawiły działanie silników w porównaniu z poprzednią ich pracą przy zastosowaniu pierścieni starego typu.

Przy zastosowaniu pierścieni skręconych w jednym z silników osiągnięto taką szczelność, że pomiar ciśnienia w karterze silnika wykazał podciśnienie 88 mm słupa wody, zaś w innym wypadku zmniejszono zużycie oleju z 6,4 na 4,6 gr/KM/godz.

ZAŁĄCZNIK I.
TRAKTOWANIE POWIERZCHNI PIERŚCIENI TŁOKOWYCH.

A. Chromowanie.

a. Pierścienie wstępnie docierane.

1. Odtłuszczenie
2. Założenie uchwytów lub specjalnych wieszaków,
3. Woskowanie
4. Oczyszczanie w ługu przez 2 min., płukanie w zimnej wodzie,
5. Polerowanie na polerce,
6. Oczyszczanie pumeksem na polerce (tarcza Tampico)
7. Płukanie w wodzie i usunięcie resztek pumeksu bawełnianym tamponem
8. Spłukanie w strumieniu wody
9. Umieszczenie w kąpieli do chromowania, kierunek prądu odwrócony 10 sek. (dokładnie), gęstość prądu 31 A/dm²
10. Chromowanie, temp. około 55°C, 250 g CrO_3 i 2.5 g, H_2SO_4 na litr, gęstość prądu ok. 54,3 A./dm²
11. Odwrócić: gęstość prądu 15,5 A/dm² na przeciąg od 5 do 9 minut, zależnie od urządzeń do docierania.
12. Płukanie w zimnej wodzie
13. Szczotkowanie szczotką metalową o napędzie elektrycznym,
14. Kontrola grubości — sprawdzianem,
15. Zdjęcie z wieszaka, zanurzenie do neutralizatora. Płukanie w gorącej wodzie i zanurzenie do gorącego oleju
16. Kontrola,
17. Obróbka cieplna, lub grzanie przez 1 godz. we wrzącej wodzie.

b. Nie docierane wstępnie.

Tak samo jak pod a) z pewnymi różnicami w operacjach 10 i 11.

10. Chromowanie, temp. 50°C, 250 g. CrO_3 i 2,5 g H_2SO_4 na litr, gęstość prądu ok. 54,3 A/dm²
11. Odwrócić: gęstość prądu ok. 36 A/dm² przez 9 minut.

B. Cynowanie elektrolityczne (altinising)

1. Założenie uchwytów
2. Cynowanie (grubość warstwy 0.0075 mm)

Skład kąpieli:

Cynian sodowy	75 g/litr
Wolny ług	14 g/litr
Octan sodowy	12,5 g/litr

Temp. 74°C. Gęstość prądu 3,8 A/dm²

3. Płukanie w gorącej wodzie
4. Dokładne suszenie
5. Zdjęcie uchwytów.

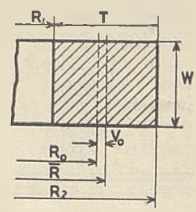
C. Metoda „Parko-Lubrite"

1. Odtłuszczenie
2. Oczyszczenie:
   1 część MK_3W (Magnus)
   5 części nafty
   Temp. pokojowa.
3. Natrysk gorącą wodą
4. Zanurzenie w roztworze Parko-Lubrite aż do chwili ustania reakcji (ok. 8 minut)
   Skład roztworu:
   1 część Parko-Lubrite Nr. 1
   9 części wody
   (Roztwór 12 punktowy)
   Temperatura: 88° do 100°C
5. Płukanie w gorącej wodzie, przez zanurzenie.
6. Zanurzenie na ½ min. do roztworu o składzie:
   1 część rozpuszczalnego oleju
   25 — 50 części wody
   1,55 g/litr Aquadag (grafit koloidalny)
   Temper. 65°C.

Załącznik II.

Obliczanie współczynnika sprężystości i naprężeń we włóknach skrajnych na spodzie skręconego pierścienia tłokowego.

A) obliczanie położenia osi obojętnej (rys. 8):



Rys. 8.

$$\bar{R} = R_2 - \frac{T}{2}$$

$$V_0 = \bar{R} - R_0$$

B) obliczanie naprężeń rozciągających we włóknach skrajnych na spodzie skręconego pierścienia tłokowego:

$$S = \frac{2L(R_2 - R_0)}{V_0 W T}, \text{kg/cm}^2$$

gdzie L jest siła styczna w kg.

C) obliczanie współczynnika sprężystości:

$$E = \left(\frac{2R_2}{T}\right)^3 \cdot \left(\frac{L}{WC}\right), kg/cm^2$$

C — luz w pierścieniu nieściśniętym, mniej luz w pierścieniu po włożeniu do cylindra, w cm.

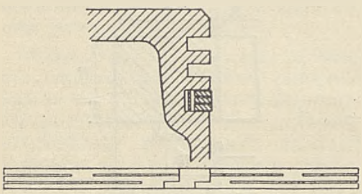
Zestawienie wyników przeliczeń dla kilku przykładów

	Electalloy No.1[1)] /AMS-7310/	Electalloy No.2[2)]	Electalloy No.3[3)]	Electalloy No.4[4)]	Angielski DTD 485[5)]
R_1, mm	41,419	71,323	59,881	40,680	63,073
R_2, mm	44,469	78029	65,369	44,641	69,404
W, mm	3,142	3060	2,845	3,144	2,418
L, kg	3,048	7,114	5,745	3,13	5,732
C, mm	15,25	26,413	22,278	14,781	20,07
R_0, mm	42,659	74,623	62,578	42,633	66,189
S, kg/cm^2	3310	4650	5150	3320	4800
E, kg/cm^2	$1,07 \times 10^6$	$1,57 \times 10^6$	$1,75 \times 10^6$	$1,1 \times 10^6$	$1,76 \times 10^6$
V_0, mm	0,0297	0,051	0,041	0,030	0,0503

Tabela 2. Do załącznika II.

Brytyjska fabryka Welleorthy Piston Rings Ltd. do powyższego artykułu ogłosiła w Automobile — April 1946 r. swoje komentarze, z których poniżej przytaczamy tłumaczenie ustępów odnośnie zastrzeżeń natury technicznej, pomijając polemikę nad sprawami pierwszeństwa pewnych rozwiązań.

Przy zastosowaniu na pierścienie materiału według specyfikacji D.T.D 485 (podobnego do Electalloy Nr. 3 podanego w tabeli 1) bez chemicznego traktowania ich powierzchni zjawisko zacierania się pierścieni tłokowych jest prawie zupełnie nie znane, a to dzięki odpowiedniej strukturze materiału i wysokiemu jednostkowemu naciskowi, który wzrasta wraz ze wzrostem współczynnika sprężystości.



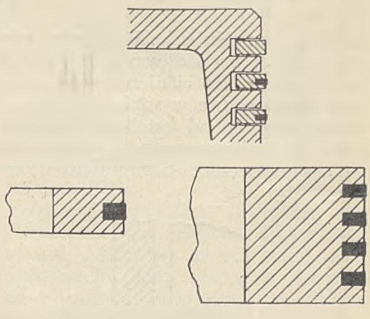
Rys. 9.

Nasze doświadczenia z pierścieniami skręconymi w ciągu ostatnich 10 lat nie potwierdziły zapatrywania, że ich konstrukcja daje specjalne korzyści. Były wypadki, w których polecano pierścienie skręcone, znane w Anglii pod nazwą „L. Section Rings" jednak stwierdzono, że zwykłe pierścienie o dużym nacisku jednostkowym, czasami z powlekaną powierzchnią pierścienia, spełniają wszystkie wymagania stawiane pierścieniom skręconym i w żadnym wypadku nie wpływają na przyspieszenie zużywania się rowków pierścieniowych w tłokach. Firma nasza stara się produkować pierścienie tłokowe możliwie „płaskie" z wykończeniem „wysokości" pierścienia z dokładnością poniżej 127 mikronów (5 mikro-cali). Fabrykanci tłoków dokładają wszelkich starań, żeby ścianki boczne rowków na pierścienie wykonać „płaskie" jak to jest tylko możliwe produkcyjnie. Wszystko to robi się aby zmniejszyć wyrabianie się rowków w tłoku, co według opinii fabryki przypuszczalnie w wielu wypadkach jest głównym czynnikiem wpływającym na długotrwałość zespołu tłok-pierścień.

Nie zgadzamy się z twierdzeniem, że pierścienie ze ściętym czołem byłyby dobre gdyby nie to, że „niezrównoważenie" przekroju przez zebranie materiału w górnej zewnętrznej krawędzi powoduje skręcanie się pierścienia w złym kierunku. W większości wypadków, gdy robiliśmy pierścienie tłokowe ze ściętym czołem, były one przed dostarczeniem klijentowi docierane do cylindra wzorcowego, żeby upewnić się że dolna krawędź pierścienia daje dostateczną powierzchnię przylegania z gładzią cylindra. Doszliśmy do przekonania, na podstawie obserwacji i doświadczeń, że pierścienie z czołem ściętym pod kątem 1° dotarte do wzorcowego cylindra dają wyniki dużo lepsze od pierścieni skręconych, z punktu widzenia na wyrabianie rowków w tłokach i przedmuchy, jak również na zużycie oleju przez silnik.

Pożądane jest stosowanie pierścieni, które szczelnie leżą w rowkach i dlatego polecamy stosować typ pierścieni, które są wykonane na wysokość od 0,1 do 0,125 mm (od 0,004 do 0,005 cala), większe od szerokości rowka w tłoku, ale które są "ściśliwe" na boki przez odpowiednią konstrukcję szczelin zachodzących zakosami (rys. 9) — pierścienie Simplex W pierścieniach tego typu nacisk wywołuje się sprężyną, z taśmy stalowej, założoną pod pierścień.

Przy pierścieniach tłokowych dla dużych silników stacyjnych zastosowanie wkładek z brązu (5% cyny) wystających od 0,025 do 0,050 mm ponad czołową płaszczyznę pierścienia, dostatecznie dobrze zapobiega zacieraniu się. Wkładka brązowa ściera się bardzo łatwo na skutek czego docieranie się pierścienia (rys. 10) jest bardzo szybkie. Warstwa metalu „smarującego" tworząca się na gładzi cylindra zapobiega przedmuchom i zacieraniu się nawet gdy film olejowy nie dostatecznie pokrywa powierzchnię cylindra. W dużej mierze zapobiegnięto zacieraniu się, przez zwiększenie nacisku jednostkowego o co najmniej 50%.



Rys. 10.

Wymiar przekroju pierścienia w kierunku promieniowym normalnie wynosi D/30. Przy materiale w rodzaju 4 K 6 o wartości E równej 12700 kg/mm^2, nacisk jednostkowy zwiększa się przez zwiększenie wymiaru przekroju pierścienia w kierunku promieniowym. Na pierścienie pracujące w specjalnie trudnych warunkach trzeba stosować materiał w rodzaju DTD 485. Ponadto czasami można ułatwić docieranie przez zastosowanie pierścieni typu Simplex, cynowanie lub przy dużych pierścieniach — przez użycie wkładek brązowych.

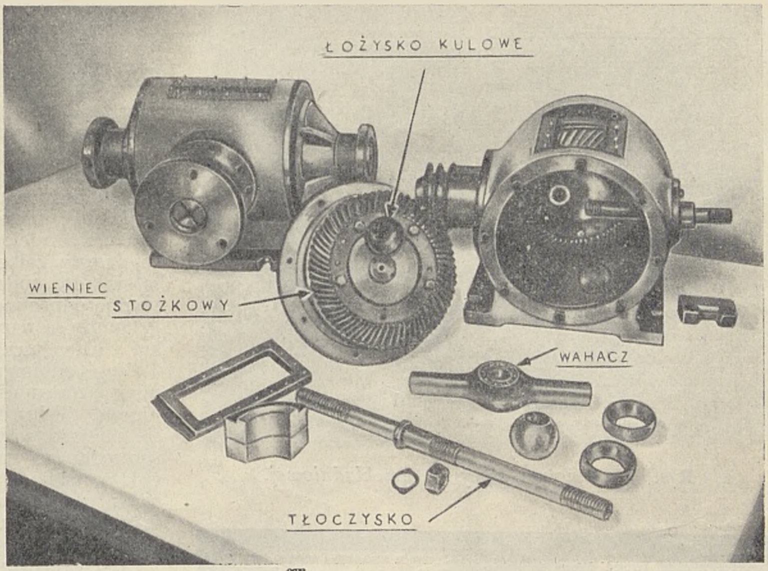
Dopuszczalny maksymalny przedmuch do karteru w ciągu minuty nie powinien przekraczać 6 objętości skokowych silnika.

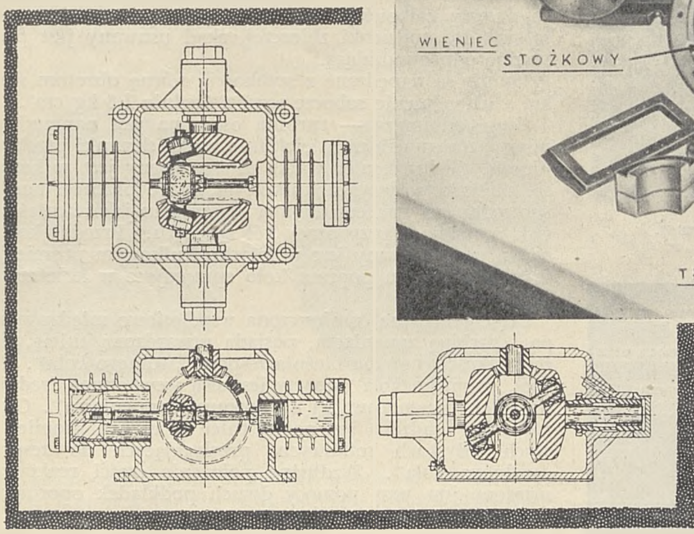
PRZEKŁADNIA HARDMAN'A PROSTOLINIOWEGO RUCHU ZWROTNEGO NA RUCH OBROTOWY

(„Automotive and Aviation Industries, April 1st, 1946.)

Streścił A.J., W.I.T.

Przekładnia Hardmana składa się z następujących części:
1) tłoczysko poruszające się prostoliniowym ruchem zwrotnym,
2) wahacz ułożyskowany obrotowo na tłoczysku i przenoszący siłę poosiową z tłoczyska poprzez
3) łożyska kulowe na
4) dwie tarcze z wieńcami stożkowymi, które pędzą
5) koło stożkowe przekazujące ruch obrotowy na wał wyjściowy.





Rys. 1. (u góry): *Przekładnia Hardmana w całości i rozłożona. Przekładnia ta przenosi moc 50 KM przy 3000 obr/min. wału wyjściowego, częstotliwości wahań tłoczyska 1500 i skoku tłoczyska 4 cale.*

Rys. 2. (z lewej strony): *Przekrój przez dwu konny kompresor.*

Ruchy poszczególnych części są następujące: tłoczysko porusza się prostoliniowym ruchem zwrotnym, zasadniczo jest niezabezpieczone przed obrotem i może się obracać na skutek momentu obrotowego tarcia w łożysku wahacza. Przy opisywanej symetrycznej konstrukcji i pod warunkiem dokładnego pasowania części mechanizmu, na tłoczysko nie działają żadne siły prostopadłe do osi.

Wahacz przejmuje siłę osiową z tłoczyska za pośrednictwem obustronnie działającego łożyska oporowego. Środek wahacza porusza się tak jak tłoczysko, zaś końce wahacza tak jak tarcze, co razem daje prostoliniowy ruch zwrotny z wahaniami dokoła osi tłoczyska. Końce wahacza poruszają się w stosunku do kul łożysk kulowych ruchem posuwistym i obrotowym. Kule poruszają się w stosunku do swych łożysk ruchem wahadłowym i ewentualnie obrotowym. Tarcze umocowane są na stałych czopach i obracają się w przeciwnych kierunkach, pędząc wał wyjściowy za pośrednictwem przekładni stożkowej.

Mechanizm nadaje się równie dobrze do przekładania ruchu obrotowego na zwrotny prostoliniowy. Gdy obraca się ze stałą prędkością kątową, tłoczysko porusza się prostym ruchem harmonicznym. W rzeczywistości na skutek zmiennych sił bezwładności w tłoczysku i wahaczu, ruch ten ulega pewnemu zniekształceniu, które jednak można zachować w granicach dowolnie wąskich, przez zastosowanie odpowiedniego koła zamachowego.

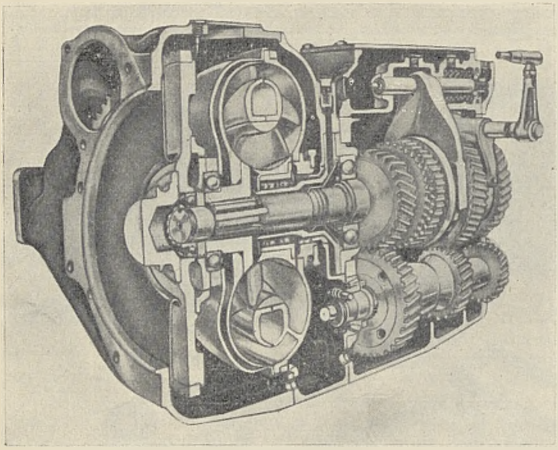
„The National Bureau of Standarts" zaświadcza, że przekładnia Hardmana jest mechanicznie dobrze rozwiązana, nie wywołuje nadmiernych drgań i posiada sprawność podobną do przekładni korbowej.

HYDRAULICZNO-MECHANICZNA SKRZYNKA PRZEKŁADNIOWA „WHITE"

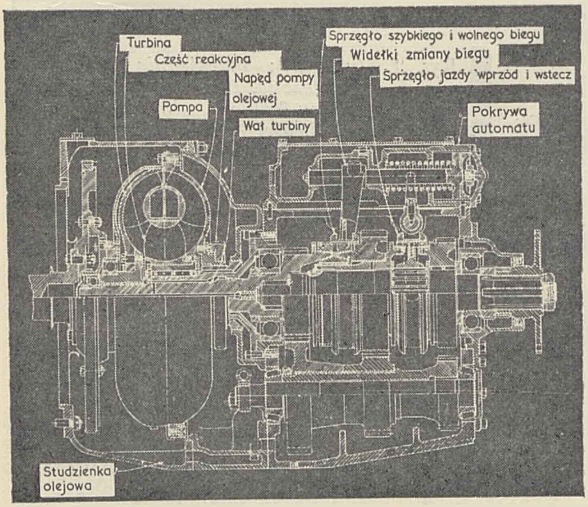
(R. Brunken, „Automotive and Aviation Industries", March 1st, 1946.)

Tłumaczył inż. Z. Jakusz, W.I.T.

W firmie „White Motor Co." została skonstruowana skrzynka przekładniowa, której konstrukcja oparta jest częściowo na zupełnie nowych zasadach, częściowo zaś na dawno stosowanych dla tego rodzaju przeniesienia napędu.



Rys. 1. *Wnętrze skrzynki przekładniowej.*



Rys. 2. *Przekrój podłużny skrzynki.*

Głównymi podzespołami tej skrzynki są: hydrauliczny zmieniacz momentu (torque converter) wraz ze sprzęgłem hydraulicznym, oraz dwubiegowa synchronizowana skrzynka przekładniowa z automatycznym, elektro-pneumatycznym urządzeniem zmiany biegów. Skrzynka ta nie różni się swymi zewnętrznymi wymiarami i ciężarem od odpowiedniej skrzynki mechanicznej.

Rys. 1 pokazuje wnętrze skrzynki w perspektywie, zaś rys. 2 — przekrój podłużny.

Zmieniacz momentu, typu Schneider'a składa się z części pierwotnej — pompy, części odbiorczej — turbiny i części reakcyjnej.

Część pierwotna napędzana jest od wału silnika poprzez osłonę zmieniacza i koło zębate sprzęgające, współpracujące z kołem na osłonie koła zamachowego. Posiada ona w tylnym końcu przedłużenie, na którym osadzone jest koło napędu pompy olejowej. Przedłużenie to służy również jako uszczelnienie.

Pompa olejowa składa się z dwuch oddzielnych pomp: tłoczącej i odprowadzającej.

Pompa tłocząca tłoczy olej ze zbiornika do zmieniacza, pompa odprowadzająca ssie olej ze studzienki zbiorczej zmieniacza i tłoczy do zbiornika.

Zastosowanie tego układu pozwoliło na zastąpienie normalnymi pierścieniami tłokowymi skomplikowanych uszczelnień olejowych. Nie jest konieczne, aby pierścienie te dawały całkowitą szczelność, gdyż przeciekający olej spływa do studzienki zbiorczej, skąd usuwany jest przez pompę odprowadzającą.

Pompy są napędzane z szybkością równą obrotom silnika, a ich ciśnienie robocze wynosi średnio 2,8 kg/cm².

Część odbiorcza — turbina osadzona jest naprzeciwko pompy zmieniacza na wieloklinie wałka skrzynki przekładniowej. Tylny koniec wałka ułożyskowany jest w korpusie skrzynki w łożysku kulkowym, które przenosi nacisk, spowodowany ruchem oleju w zmieniaczu jak również nacisk powstający przy pracy kół zębatych. Przedni koniec wałka ułożyskowany jest w łożysku kulkowym promieniowym, osadzonym poprzez koło sprzęgające w kole zamachowym.

Część reakcyjna, umieszczona współosiowo między pompą i turbiną zmieniacza, posiada utwardzoną tuleję, służącą jako zewnętrzna bieżnia zespołu „wolnego koła". Zespół „wolnego koła" oparty jest swą wewnętrzną średnicą na tulei, przymocowanej do korpusu „zmieniacza". Część reakcyjna osadzona jest na tej tulei na dwuch promieniowych łożyskach rolkowych, przylegających do zespołu „wolnego koła". Wzdłużne położenie części reakcyjnej ustalone jest przy pomocy dwuch podkładek oporowych i pierścienia zabezpieczającego.

Olej z pompy tłoczącej wpływa do zmieniacza przez szczelinę pomiędzy kołnierzem tulei części reakcyjnej a przedłużeniem części pierwotnej, skąd poprzez kanał w tulei do szczeliny pomiędzy częścią pierwotną i reakcyjną, a dalej — na łopatki pompy.

Olej wypływa ze zmieniacza przez szczelinę pomiędzy częścią reakcyjną i piastą turbiny do przestrzeni pomiędzy wałkiem skrzynki i tuleją części reakcyjnej, skąd przepływa pomiędzy tuleją a odrzutnikiem oleju do promieniowego kanału w kołnierzu tulei i następnie poprzez zawór redukcyjny do osłony zmieniacza. Z osłony zmieniacza olej ścieka do studzienki zbiorczej, skąd jest przepompowywany z powrotem do zbiornika przez pompę odprowadzającą.

Część oleju skierowywana jest przez osiowy otwór w wałku turbiny do głównego wałka skrzynki, celem olejenia kół zębatych i łożysk skrzynki.

Części pierwotna, wtórna i reakcyjna zmieniacza są odlewami ze stopu aluminiowego i są bardzo sztywne.

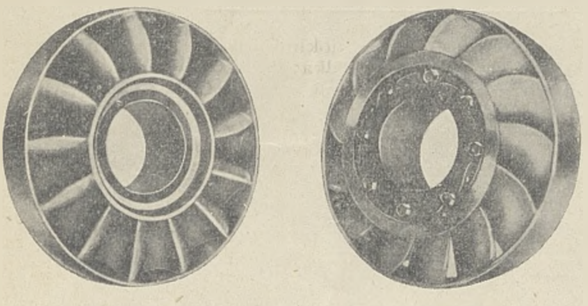
Łopatki tworzą jedną całość z pierścieniami i są odlane bardzo dokładnie.

Skrzynka przekładniowa jest dwubiegowa, zsynchronizowana. Zastosowane są dwie pary synchronizowane. Jedna z nich (tylna) daje bieg wprzód, wsteczny i położenie obojętne i jest obsługiwana przez kierowcę. Druga para da-

je bieg szybki i wolny, przyczem zmiana biegu następuje samoczynnie.

Koło wolnego biegu osadzone jest obrotowo na tulei, której tylny koniec zazębia się z synchronizatorem biegu wprzód, przedni zaś koniec posiada wieloklin, na którym osadzone jest sprzęgło synchronizatora biegu szybkiego i wolnego. Pokrywa skrzynki przekładniowej wraz z samoczynnym urządzeniem do zmiany biegów pokazana jest na rys. 4. Urządzenie to przełącza biegi przy pomocy sprężonego powietrza. Tłok jest wykonany wraz z tłoczyskiem, do którego przymocowane są widełki zmiany biegu wolnego i szybkiego. Tłok włącza bieg szybki pod naciskiem sprężonego powietrza, powraca zaś do położenia pierwotnego pod działaniem sprężyny, włączając bieg wolny. Oznacza to, że w wypadku uszkodzenia mechanizmu i spadku ciśnienia powietrza, automatycznie włączany jest bieg wolny, umożliwiając jazdę z małą szybkością. Urządzenie wyposażone jest w dwa przełączniki: przełącznik główny, który włącza automatyczną zmianę biegów przy położeniu dźwigni na jazdę wprzód, a wyłącza ją przy położeniu neutralnym lub dla jazdy wstecz, oraz przełącznik wielokrotny, który steruje cykl zmiany biegów, w zależności od położenia widełek zmiany biegu wolnego i szybkiego. Przełącznik wielokrotny poruszany jest przez tłok poprzez dźwignię która ramieniem opiera się o tłoczysko, drugim zaś o wałek przełącznika.

Zasada samoczynnego urządzenia zmiany biegów oparta jest o zasadniczą cechę hydraulicznego zmieniacza momentu to znaczy, że przekładnia szybkości jest niemal odwrotnie proporcjonalna do przekładni momentu. Różnica obrotów pompy i turbiny wzrasta przy wzroście momentu; tę różnicę obrotów wyzyskano dla przełączania biegów przez zastosowanie układu różnicowego (dyferencjału). Układ ten posiada trzy wałki, z których jeden pędzony jest z szybkością równą obrotom silnika, drugi z szybkością równą obrotom turbiny, trzeci zaś wałek obraca się z prędkością proporcjonalną do różnicy obrotów silnika i turbiny.



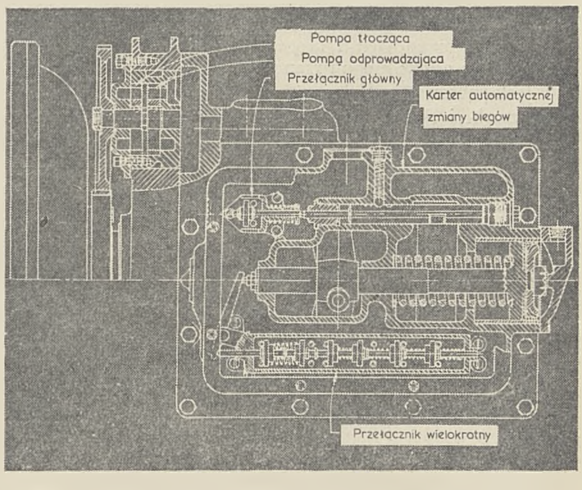
Rys. 3. *Część reakcyjna zmieniacza.*

Układ różnicowy (dyferencjał) pokazano na rys. 5. Kosz dyferencjału napędzany jest od wału silnika poprzez koła a-b i c-d. Koło dyferencjału „f", obracając się z prędkością proporcjonalną do różnicy obrotów silnika i turbiny, napędza regulator odśrodkowy.

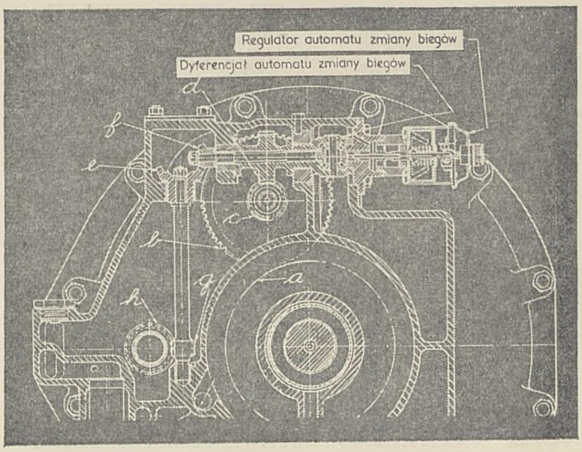
Regulator posiada dwie pary ciężarów o różnej wadze, które obsługują dwa przełączniki umieszczone w pokrywie regulatora. Jeden z przełączników włącza się w chwili, gdy różnica obrotów osiąga pewne minimum i powoduje przełożenie biegu na bieg szybki, drugi zaś włącza się, gdy różnica obrotów osiąga pewne maximum i powoduje zmianę biegu w dół.

Urządzenie to pozwala na elastyczne i ekonomiczne prowadzenie wozu. Ponieważ przełączenie odbywa się w zależności od zapotrzebowanego momentu przy małych oporach jazdy, nawet przy małej szybkości wozu włączony jest bieg szybki, co pozwala na oszczędność paliwa. Z drugiej strony, przy całkowitym otwarciu przepustnicy wóz pozostaje na biegu wolnym, co umożliwia szybkie przyśpieszenie.

Cykl zmiany biegów jest zasadniczo taki sam jak w zwykłej skrzynce przekładniowej z tym, że nie potrzebne jest wyłączanie sprzęgła. Dla łatwego włączenia biegów jest regulowana samoczynnie ilość obrotów silnika w chwili zmiany biegów. Gdy przełącznik w pokrywie regulatora zostanie otwarty, dając sygnał do zmiany biegu na szybki, ilość obrotów silnika zostaje zmniejszona przez samoczynne przymknięcie gaźnika. Z chwilą zsynchronizowania szybkości cykl jest zakończony, a przepustnica otwiera się



Rys. 4. *Samoczynne urządzenie do zmiany biegów.*



Rys. 5. *Układ różnicowy.*

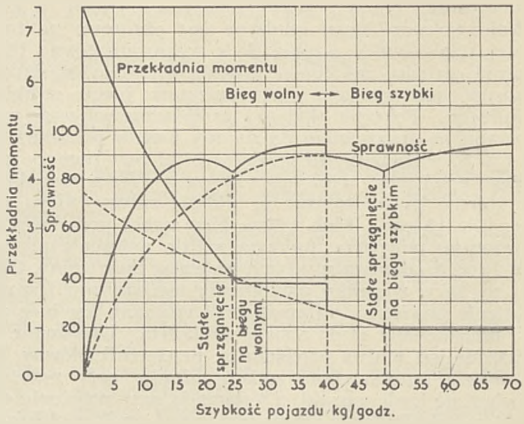
do poprzedniego położenia. Na pedale gaźnika nie odczuwa się żadnych zmian. Zmiana w dół odbywa się podobnie jak w zwykłych przekładniach, z tym, że jest jakby podwójne wyprzęganie. W chwili gdy przełącznik regulatora zostanie zwarty dla zmiany w dół, przepustnica zostaje przymknięta i zostaje odcięte sprężone powietrze od cylindra zmiany biegów; następuje wyłączenie szybkiego biegu. Z tą chwilą przepustnica otwiera się do poprzedniego położenia, przyśpieszając obroty silnika. Gdy ilości

obrotów zostaną wyrównane, zostaje na moment wyłączony zapłon i włączony bieg wolny, poczem następuje włączenie zapłonu. I w tym wypadku nie odczuwa się żadnych zmian na pedale gaźnika.

Dla zabezpieczenia przekładni przed falowaniem ruchu, regulator wolnego biegu, włączający go gdy wóz osiągnie pewną minimalną szybkość, posiada specjalny wyłącznik regulujący i umożliwiający zmianę przekładni w górę, dopiero po zakończeniu zmiany w dół. Urządzenie to pozwala kierowcy na pozostanie na biegu wolnym, niezależnie od zapotrzebowania momentu, oraz na jazdę na tym biegu z góry, kiedy to wóz napędza silnik, który w tym wypadku działa jak hamulec.

Ponieważ łopatki pompy i turbiny ukształtowane są dla sprawnego przenoszenia mocy tylko w jednym kierunku, w wypadku odwrotnego przenoszenia mocy sprawność układu jest znacznie mniejsza i efekt hamowania lepszy, niż przy zwykłej skrzynce i sprzęgle ciernym.

Wykres na rys. 6 pokazuje wzrost sprawności i momentu, uzyskany przez połączenie zmieniacza momentu z dwubiegową skrzynką przekładniową. Wzrost ten jest wyrażony przez pole pomiędzy ciągłą krzywą sprawności wykreśloną do 40 km/godz. na biegu szybkim. Spadek zmiany momentu wyrażony jest przez pole pomiędzy ciągłą krzywą momentu do 40 km/godz. i przerywaną krzywą, która wyraża zmianę momentu bez zastosowania dwubiegowej skrzynki.



Rys. 6.

Krzywe sprawności pokazują kiedy układ działa jak hydrauliczne sprzęgło, a kiedy jak zmieniacz momentu, skąd widać że elastyczność zmieniacza wykorzystana jest w obu zakresach przekładni mechanicznych.

RYNEK SAMOCHODOWY

Streścił Inż. L. Śliwowski, W.I.T.

NOWY DUŻY SAMOCHÓD FRANCUSKI „DESCARTES 52"

(W. F. Bradley, „Autocar", May 31st, 1946, oraz „Automotive and Aviation Industries", July 1st, 1946.)

Powojenne konstrukcje europejskich samochodów osobowych nie wykazywały dotychczas żadnych rewelacyjnych nowości. Konstruktorzy dążyli do wykorzystania istniejących urządzeń fabrycznych przewidując, że decydującym dla nabywcy czynnikiem będzie taniość wozu i małe zużycie paliwa.

Pierwszym prawdziwie powojennym modelem, nie skrępowanym powyższymi ograniczeniami, jest niewątpliwie duża pięcio-osobowa, czterodrzwiowa kareta „Descartes 52", konstrukcji francuskiego inżyniera Emila Claveau.

Oto jej cechy charakterystyczne:

1) bardzo mały ciężar wozu w stosunku do mocy silnika (10.9 kg na 1 KM w porównaniu do najniższego dotychczas osiągniętego stosunku 18 kg/1 KM);
2) najwydatniejsza opływowość linii zewnętrznych przy jednoczesnej dużej wewnętrznej pojemności karety, bagażnika i zbiornika paliwa;
3) napęd na przednie koła, przy pełnym niezależnym zawieszeniu na wszystkich czterech kołach;
4) bezramowa konstrukcja, z podnośnikami (lewarkami) o mechanicznym napędzie, wbudowanymi na stałe dla wszystkich czterech kół;
5) zużycie paliwa nieco ponad 13 litrów na 100 km przy szybkości jazdy ok. 95 km/godz. (szybkość max. do 160 km/godz.);
6) niezwykle duża pojemność zbiornika paliwa (ok. 110 litrów), pozwalająca na nieprzerwaną jazdę ok. 800 km.

Wymiary: 5-osobowej, 2-drzwiowej karety „Descartes 52":

długość całkowita	ok.	4.980 mm
szerokość całkowita	ok.	1.780 mm
wysokość całkowita	ok.	1.520 mm
rozstaw osi	ok.	3.100 mm
rozstaw kół	ok.	1.400 mm
długość wnętrza karety	ok.	2.640 mm
szer. wnętrza karety	ok.	1.575 mm
wys. wnętrza karety	ok.	1.295 mm
waga całego wozu	ok.	900 kg
wolna przestrzeń na bagaż	ok.	0.3 m³

Silnik V-8

moc na hamowni 86 KM przy 4.200 obr/min.
waga całego silnika 90 kg
maks. ilość obrotów 5.000 obr/min.
średnica cylindra 66 mm
skok tłoka 84 mm
pojemność skokowa (litraż silnika) 2.3 litra.

Blok cylindrowy, tworzący całość z karterem, jest odlany ze stopu lekkiego „Alpax" i wyposażony w termicznie obrabiane żeliwne tuleje cylindrowe.

Głowice cylindrowe są odlane również ze stopu Alpax i posiadają brązowe wkładki, zawierające gniazda zaworowe i nadlewy na chłodzone wodą świece. W półkulistej, precyzyjnie polerowanej powierzchni komory sprężania umieszczone są zawory pod kątem 90° względem siebie. Zarówno otwieranie jak i zamykanie zaworów odbywa się za pomocą krzywek górnych wałków rozrządczych, a zadaniem bardzo słabej sprężyny zaworowej jest jedynie łagodzenie uderzeń przy siadaniu zaworu. Moc,

potrzebna do napędu tego rodzaju rozrządu, wynosi zaledwie jedną piątą mocy rozrządu, o zaworach zamykanych mocnymi sprężynami zaworowymi. Cały mechanizm rozrządu pracuje zanurzony w oleju i odznacza się długotrwałością i cichobieżnością. Wielka, stosunkowo, średnica zaworu (36 mm przy średnicy cylindra, 66 mm) oraz duże podniesienie (skok zaworu 8.25 mm), daje znakomite warunki napełniania i wydechu.

Korpus pompki wodnej jest częścią odlewu pokrywy kół zębatych napędu rozrządu.

Zamiast zwykłych dla silników V-8 czterech gumowych węży wodnych jest tu tylko jeden wąż, a bieg wody

opatentowany przez inż. Claveau. Na przednim końcu wału korbowego jest osadzone koło rozpędowe, będące jednocześnie turbiną wtłaczającą chłodne powietrze na siatkę chłodnicy. Drugie koło rozpędowe znajduje się na tyle skrzynki biegów i współpracuje w zwykły sposób z jednotarczowym sprzęgłem normalnego typu. Zastosowanie dwóch kół rozpędowych znakomicie polepsza wyrównoważenie wału korbowego.

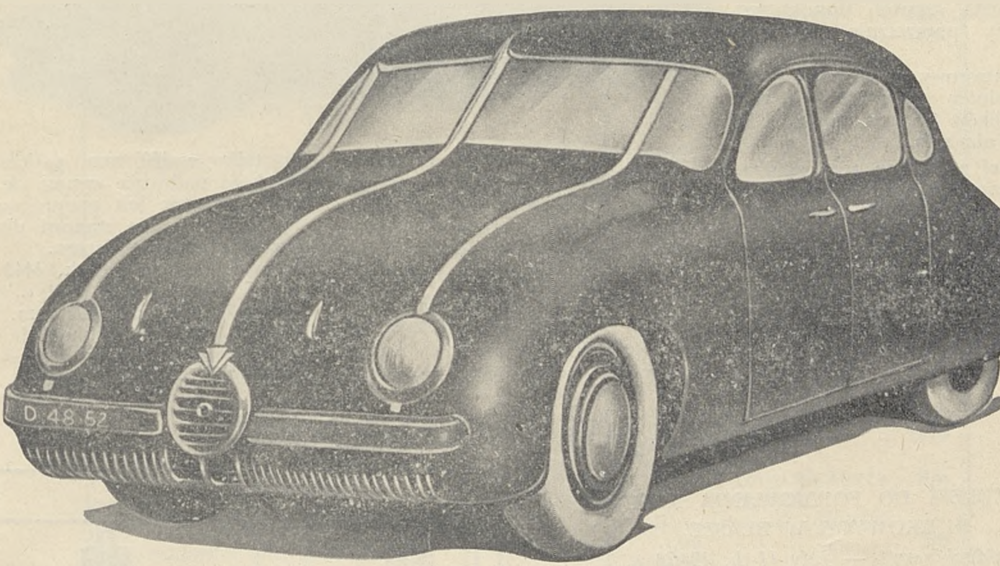
Podwójna pompka oleju podaje część oleju do łożysk wału korbowego, a część do chłodnicy oleju.

Orginalnie został umieszczony tłumik, odlany ze stopu lekkiego i wyposażony w pięknie polerowane pio-

danowe, bezpośrednio napędzające przednie koła pojazdu.

Cały elastycznie zawieszony zespół napędu (w kolejności: silnik, dyferencjał, skrzynka biegów i sprzęgło) jest łatwo dostępny od przodu wozu po uchyleniu ku górze maski-pokrywy osadzonej na zawiasach.

Zawieszenie. Niezależne zawieszenie na wszystkich czterech kołach stanowi przedmiot specjalnego patentu. Giętkość zawieszenia jest zmienna i progresywna, a mechanizm zawieszenia każdego koła jest całkowicie osłonięty. Koła są wykonane ze stopu lekkiego, jak również i bębny hamulcowe, które jednak posiadają żeliwne wykładziny na powierzchni ciernej.



odbywa się przez rurki stalowe, odpowiednio rozmieszczone w bloku cylindrowym, który jest odlewany już z tymi rurkami.

Zupełnie nowe koncepcje zostały przyjęte przy konstrukcji chłodnicy, która przy ciężarze równym ¼ ciężaru normalnej chłodnicy ma 18 razy mniejszy opór powietrza i przy szybkości jazdy ok. 120 km/godz. na pokonanie tego oporu traci się zaledwie jeden KM. Powietrze chłodzące jest tu zasysane poprzez turbinę, przetłaczane przez siatkę chłodnicy i odprowadzane do strefy podciśnienia.

Wał korbowy jest osadzony w trzech łożyskach, z których środkowe jest zwykłym łożyskiem ślizgowym, a oba skrajne — łożyskami kulkowymi. Pomimo, że przeciwległe cylindry silnika V-8 nie są przesunięte względem siebie, każdy korbowód wspiera się na pełnej szerokości czopu korbowego (głowy korbowodów nie są rozwidlone). Jest to szczegół

nowe użebrowanie. Znajduje się on na przodzie, w poprzek pojazdu, pod przednią dolną krawędzią nadwozia i stanowi dodatkowy element dekoracyjny.

Jednocześnie użebrowanie i dobre warunki chłodzenia pozwalają na skrócenie do minimum przewodu wydechowego. Dwie owalne rurki pod podłogą karety odprowadzają spaliny na tył pojazdu.

Przeniesienie napędu.

Skrzynka biegów, typu o stałym zazębieniu, z kłowym sprzęganiem przesuwek, posiada jeden bieg wsteczny, cztery biegi w przód i piąty nadbieg o przekładni 1 : 1.22, dający szybkość 150 km/godz. przy 4200 obr/min. Zmiana biegów odbywa się hydraulicznie przy pomocy servo, uruchamianego małą poziomą dźwignią przy kole kierownicy. Napęd na przednie koła pojazdu jest przekazywany poprzez dyferencjał na poprzeczne dwuczłonowe wałki kar-

Nadwozie wraz z ramą jest to jednolita sztywna skrzynia, wykonana według patentów Claveau z elektycznie spawanych blach „Duralinox". Jak widać z rysunku, kształt wozu przypomina obrys skrzydła samolotu o jednakowym przekroju na całej szerokości wozu i o zupełnie płaskim spodzie. Opływowość linii zewnętrznych jest tak daleko posunięta, że współczynnik aerodynamiczny wozu wynosi 0.035, podczas gdy najbardziej opływowy z dotychczasowych wozów daje 0.078, zaś najlepszy wóz wyścigowy ma 0.020.

Materiały. Do budowy wozów Descartes 52 zastosowano prawie wyłącznie stopy lekkie, za wyjątkiem części pracujących jak wał korbowy, wałki rozrządcze, koła zębate i t.p.

Spośród części, wykonanych ze stopów lekkich jedna czwarta są to odlewy, trzy czwarte blachy, z których większość jest ręcznie wyklepywana do potrzebnego kształtu.

FRANCUSKI SAMOCHÓD SPORTOWY „J.P.W.“ Z SILNIKIEM Z TYŁU

(„Autocar“, August 16th, 1946.)

Trzy osobowy samochód sportowy marki J.P.W., zbudowany przez znanego kierowcę sportowego Jean Pierre Wimille, wyróżnia się oryginalnością.

Koło kierownicy i siedzenie kierowcy są umieszczone po środku. Dwa miejsca siedzące dla pasażerów znajdują się po obu stronach kierowcy, lecz są odsunięte nieco do tyłu.

Ogromna przednia szyba wozu, sięgająca daleko na boki i na dach, zapewnia wyjątkową widoczność, nawet prostopadle w górę.

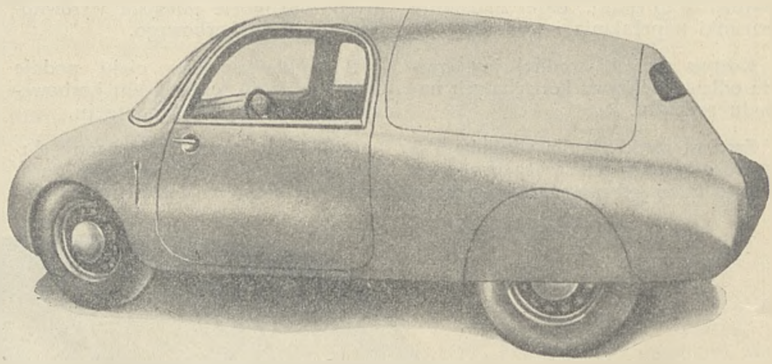
Nadwozie nie ma żadnych wystających elementów. Spód wozu jest zupełnie płaski. Nawet tłumik jest umieszczony poprzecznie wewnątrz nadwozia.

Górno-zaworowy silnik V-6 o kącie 120°, średnicy cylindrów 72 mm i skoku tłoków 62 mm, daje 80 KM przy 5000 obr/min.

W jednej z odmian tego silnika, spiralne sprężyny zaworowe mają być zastąpione przez drążki skrętne. Silnik w tej odmianie ma dać 110 KM przy 7000 obr/min., zaś przy zastosowaniu dmuchawy typu Roots'a do 200 KM.

Chłodnica jest umieszczona w przodzie wozu, przy czym rury biegnące wewnątrz podłużnic ramy, łączą chłodnicę z płaszczem wodnym silnika, znajdującego się w tyle wozu, za szczelną tylną ścianą przedziału pasażerskiego.

Zespół napędu składa się z silnika,



jednotarczowego sprzęgła i elektromagnetycznej skrzynki biegów Cotal'a, znajdującej się przed silnikiem. Wał biegnie pod silnikiem do mostu tylnego. Przewieszenie zespołu względem osi tylnej jest minimalne; cały silnik waży zaledwie 60 kg.

Koła pojazdu są osadzone na skrzynkowych, spawanych, bardzo mocnych wahliwych ramionach i uresorowane drążkami skrętnymi. Tylne koła są napędzane poprzecznymi wałkami o przegubach Spicer'a.

Rama składa się z dwóch podłużnic-rur stalowych, odległych od siebie tylko o 450 mm, podczas gdy szerokość nadwozia wynosi ok. 1500 mm. Nadwozie jest przyspawane do tej ramy, ale nie stanowi dla niej elementu usztywniającego.

Rozstaw osi wynosi ok. 2440 mm., rozstaw kół ok. 1220 mm, całkowita wysokość wozu ok. 1400 mm. Waga wozu — 800 kg. Szybkość jazdy — 145 km/godz., a przy zastosowaniu dmuchawy — 190 km/godz.

DROBIAZGI TECHNICZNE

NARZĘDZIE DO FORMOWANIA NITÓW RURKOWYCH W BLASZE

(„Machinery“ — July 11-th, 1946.)

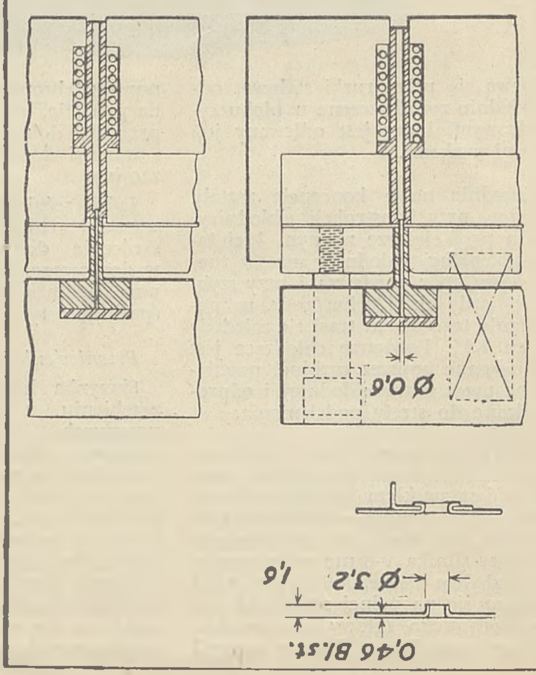
Tłumaczył Z. J.

Narzędzie służy do formowania nitów w cienkiej blasze stalowej. Nit tworzy z blachą jedną całość. Jest on pokazany w górnej części rysunku przed nitowaniem, niżej po nitowaniu. Użycie tłocznika stożkowo zakończonego do przebijania blachy i formowania szyjki nie jest wskazane, gdyż powstały nit ma nierówną krawędź, która pęka po nitowaniu.

Przedstawione narzędzie wycina otwór o małej średnicy i gładkich krawędziach, oraz wyciąga szyjkę w tej samej operacji.

Przebijak wykonany jest z drutu fortepianowego o średnicy 0,6 mm. wlutowanego na lut twardy do tłocznika, formującego szyjkę. Przebijak wykrawa otwór na matrycy, wykonanej w formie tulejki opartej o silną sprężynę. Wycięty brak spada przez matrycę w dół. Po wybiciu otworu, tłocznik w dalszym ciągu opuszcza się formując szyjkę, przy czym spycha w dół tulejkę. Podczas ruchu powrotnego suportu, tulejka pod naciskiem sprężyny wypycha przedmiot z matrycy.

Naogół nie jest wskazane wykrawanie otworu na matrycy opartej o sprężynę; w tym wypadku rozwiązanie to okazało się praktyczne, ponieważ przebijak ma średnicę zaledwie 0,6 mm. Przyrząd ten użyty był do formowania w jednej operacji nitów rurkowych w blaszanej podstawie radioaparatu.



BIBLIOTEKA „PRZEGLĄDU MOTORYZACYJNEGO“

Ukazały się następujące tomy Biblioteki „Przeglądu Motoryzacyjnego“:

Nr. 1 — **A Theegarten, V.D.I. i M. Geyer, V.D.I. „FREZOWANIE“** (2 wydania). Cena 4/-, wraz z przesyłką 4/6.

Nr. 2. — **„DRYKOWANIE“** (2 wydania). Cena 4/-, wraz przesyłką 4/6.

Nr. 3. — **„PRODUKCJA WYROBÓW BAKELITOWYCH“** (2 wydania). Cena 4/6, z przesyłką 5/-.

Nr. 4. — **„CHROMOWANIE“** — zastosowanie chromowania celem utrwalenia i uodpornienia na zużycie powierzchni sprawdzianów, narzędzi do skrawania, matryc, form oraz części maszyn. — Cena 4/6, z przesyłką 5/-.

Powyższe broszury są tłumaczeniem wydawnictwa
Machinery „Yellow Back Series“.

W druku są następujące tomy:

Nr. 5. — **„PRODUKCJA ODKUWEK FOREMNIKOWYCH“** — inż. Malanowski.

Nr. 6a.— **„TOKARSTWO“** — część I: „Skrawanie metali nożami“ — inż. Cz. Fałkowski.

W przygotowaniu są następujące dalsze tomy:

„TOKARSTWO“, część II: „Budowa tokarek“ — inż. Cz. Fałkowski.

„TOKARSTWO“, część III: „Praca na tokarce“ — inż. Cz. Fałkowski.

„KOŁA ZĘBATE“ — inż. Kornberger.

„PRASY DO PRZEROBU BLACHY“ — inż. T. Żyliński.

„WYRÓB NARZĘDZI DO OBRÓBKI METALI I DREWNA“ — inż. Obrębski.

„POMIARY WARSZTATOWE I TRASOWANIE“ — inż. M. Leuschner (tłumaczenie z niemieckiego).

„SZLIFOWANIE“ — inż. G. Bruheim (tłumaczenie z niemieckiego).

Ponadto jest w opracowaniu **„KALENDARZYK PRZEGLĄDU MOTORYZACYJNEGO“.**

Książki można zamawiać wpłacając należność na ręce Skarbnika Komitetu Redakcyjno-Wydawniczego „Przeglądu Motoryzacyjnego“, kol. S. Bissenika (Charleshill near Aberdour, Fife, Great Britain).

Printed by Wm. McLellan & Co. Ltd., 240 Hope Street, Glasgow
for Polish Motor Digest.